МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И БИОРЕСУРСЫ СТЕПНОЙ ЗОНЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Сборник материалов

Международной научной конференции, посвящённой
95-летию Ботанического сада Южного федерального университета

(24-29 мая 2022 г.)

Ростов-на-Дону – Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2022

УДК 574.1:581.526.53(470.61)(063)
ББК 28.088.2+28.025.7(235.7,1) я431
Б63

Проведение конференции и публикация материалов выполнены при финансовой поддержке Южного федерального университета

Ответственные редакторы:
доктор педагогических наук, профессор *Т.В. Вардуни;*
кандидат биологических наук *П.А. Дмитриев;*
кандидат биологических наук *В.А. Чохели*

Б63 **Биологическое разнообразие и биоресурсы степной зоны в условиях изменяющегося климата:** сборник материалов Международной научной конференции (24–29 мая 2022 г.) / Южный федеральный университет [отв. ред. Т.В. Вардуни, П.А. Дмитриев, В.А. Чохели]. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2022. 832 с.
ISBN 978-5-9275-4147-8

Конференция приурочена к 95-летнему юбилею Ботанического сада ЮФУ. В сборнике представлены результаты исследований по вопросам сохранения биологического разнообразия, развитию коллекций ботанических садов, современным методам изучения растительности и флоры в условиях изменяющегося климата. Все работы представлены на 7 секциях: «Биологическое разнообразие наземных и водных экосистем степной зоны: проблемы изучения и сохранения»; «Роль ботанических садов и других особо охраняемых природных территорий в сохранении биологического разнообразия»; «Почвенные ресурсы степной зоны в условиях изменяющегося климата и возрастающих антропогенных нагрузок»; «Технологии дистанционного зондирования Земли в целях мониторинга биоразнообразия и биоресурсов степной зоны»; «Биотехнология, генетика и селекция растений»; «Оценка экологического состояния окружающей среды при негативных антропогенных воздействиях»; «Экологическое образование и просвещение, перспективы развития экологического туризма». Публикуемые материалы представляют интерес для широкого круга специалистов в области ботаники, фитоценологии, генетики, биотехнологии и селекции растений, экологии и почвоведения, для преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Публикуется в авторской редакции.

The conference is dedicated to the 95th anniversary of the SfedU Botanical Garden. The book presents the results of researches on biological diversity conservation, the development of botanic gardens collections, modern methods of studying vegetation and flora in a changing climate. All works are presented in 7 sections: "Biological diversity of terrestrial and aquatic ecosystems of the steppe zone: problems of study and conservation"; "The role of botanical gardens and other specially protected natural areas in the conservation of biological diversity"; “Soil resources of the steppe zone in a changing climate and increasing anthropogenic loads”; "Technologies for remote sensing of the Earth for global monitoring of biodiversity and biological resources of the steppe zone"; “Biotechnology, genetics and plant breeding”; “Assessment of the ecological state of the environment under anthropogenic impacts”; “Environmental education and awareness, prospects for the development of environmental tourism”. Published materials are of interest to a wide range of experts in the field of botany, phytocenology, genetics, biotechnology and plant breeding, ecology and soil science for teachers and students of universities.

Published in the original.

УДК 574.1:581.526.53(470.61)(063)
ISBN 978-5-9275-4147-8 ББК 28.088.2+28.025.7(235.7,1) я431

© Южный федеральный университет, 2022

Секция №1.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ СТЕПНОЙ ЗОНЫ: ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ГОРТЕНЗИИ ДРЕВОВИДНОЙ

Агапов А.И.[1], Шакина Т.Н.[2]
[1]Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет
г.Челябинск, Россия agaplex-11@mail.ru
[2]Саратовский национальный исследовательский государственный университет
им. Н.Г. Чернышевского,
Учебно-научный центр «Ботанический сад» СГУ, г. Саратов, Россия
shakinatn@mai.ru

FEATURES OF VEGETATIVE REPRODUCTION OF HYDRANGEA ARBORESCENS

Agapov A.I.[1], Shakina T.N.[2]
[1]South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia
agaplex-11@mail.ru
[2]Saratov State University it. N.G. Shernyshevsky,
The Educational Centre "Botanical Garden", Saratov, Russia
shakinatn@mail.ru

Аннотация. Поведено изучение особенностей вегетативного размножения гортензии древовидной и ее сорта ‘Endless Summer’ в условиях третьей зоны зимостойкости. Получены предварительные результаты о способности к вегетативному размножению гортензии древовидной и сорта ‘Endless Summer’ путем черенкования и делением куста. Результаты изучения вегетативного размножения гортензии древовидной с помощью черенков показали, что продолжительность периода корнеобразования в условиях третьей зоны зимостойкости варьирует в пределах от 24 до 37-ми дней. Укореняемость черенков у основной массы видов составила от 9,1 до 56 %. При размножении гортензии путем деления корневища на посадочные единицы определена способность формирования полноценного посадочного материала. Необходимо продолжить изучение особенностей размножения исследуемых гортензий для выявления условий повышения укореняемости черенков (подбор корнестимуляторов, режимы укоренения и т.д.) и увеличения наращивания поземной вегетативной массы.

Ключевые слова: гортензия древовидная, сорта, вегетативное размножение, черенки, корневище

Abstract. The study of the features of vegetative propagation of Hydrangea arborescens and its variety ‘Endless Summer’ under the conditions of the third winter hardiness zone has been carried out. Preliminary results have been obtained on the ability of Hydrangea arborescens and the variety ‘Endless Summer’ to propagate vegetatively by cuttings and dividing the bush. The results of the study of vegetative propagation of hydrangea tree using cuttings showed that the duration of the period of root formation under the conditions of the third winter hardiness zone varies from 24 to 37 days. The rooting rate of cuttings in the bulk of the species ranged from 9.1 to 40%. When propagating hydrangea by dividing the rhizome into planting units, the ability to form a full-fledged planting material was determined. It is necessary to continue studying the reproduction features of the studied hydrangeas to identify the conditions for increasing the rooting of cuttings (selection of root stimulants, rooting regimes, etc.) and increasing the growth of underground vegetative mass.

Keywords: Hydrangea arborescens, varieties, vegetative propagation, cuttings, rhizome

Род гортензия (*Hydrangea* L.) - относится к семейству Гортензиевые (*Hydrangeaceae* Dumort.). Род насчитывает более 80 видов. Огромное количество представителей рода *Hydrangea* L., нетребовательность в уходе, редкое поражение болезнями и вредителями дают гортензии преимущество над другими декоративными кустарниками. Гортензия имеет продолжительный период цветения. Она представляет большую ценность при оформлении участков и вызывает огромный интерес, как у профессиональных садоводов, так и у любителей. В настоящее время интерес к малораспространённым и декоративным, в том числе и редким сортам гортензии растет, однако существуют некоторые трудности в получении большого количества посадочного материала малораспространенных сортов (Попова, 2008; Ахметова, 2017). Целью исследования изучение особенностей вегетативного размножения *Hydrangea arborescens* L. и некоторых ее сортов в третьей зоне зимостойкости.

Вегетативное размножение имеет ряд преимуществ: оно позволяет получать растения, идентичные материнским (при семенном способе характерные особенности сорта часто не сохраняются вообще или сохраняются не в полном объеме), сокращает ювенильный (молодой) период развития растений. Некоторые многолетники предпочтительно размножать только вегетативным путем, т.к. он значительно сокращает срок вступления новых растений в наиболее декоративную фазу – цветение. При семенном размножении у многих растений она часто наступает на 4-6 год жизни. Размножается гортензия древовидная черенками, отводками и делением корневища. Черенки лучше всего заготавливать в период цветения растения, обрезая верхушки побегов текущего года (Хромова, 1980).

Материалом для исследования послужила гортензия древовидная и ее сорт ‘Endless Summer’. Для изучения вегетативного размножения черенкованием брали черенки с полуодревесневших однолетних побегов. Количество черенков варьировало от 30 до 50-ти шт. Размер черенков составлял не менее трех почек, длиной 7-15 см и диаметром не менее 0,5 см, нижний срез делали в 2-3 мм от почки под углом 90°. Для снижения процессов транспирации с нижней части черенков листья удаляли полностью, лишь в верхней части оставлялось несколько усеченных листовых пластинок. Черенки опудривали корнестимулятором «Корневин» (действующее вещество – индолилмасляная кислота, в концентрации 5 г/кг), перемешанный с углем. Закладку посадочного материала производили на глубину 2-3 см под углом 30°.

Черенки исследуемых растений закладывали на укоренение в апреле. Укоренение проходило в холодных череночниках размером 50х150 см с субстратом из песка толщиной 20 см, сверху покрытых деревянной рамой с плёнкой, расположенных в условиях открытого грунта. Для поддержания влажности воздуха в череночнике растения вручную опрыскивали из пульверизатора 5 раз в день. Температура в череночниках изменялась соответственно изменениям температуры воздуха окружающей среды. Раз в неделю проверяли укореняемость опытных образцов, удаляя погибшие черенки. Укорененные черенки с хорошо развитой корневой системой высаживали в контейнеры. Оценивали вегетативное размножение по методикам выращивания посадочного материала зелеными черенками М.Т. Тарасенко (1991), Поликарпова Ф.Я. и Пилюгина В.В (1991), Хайловой О.В. и Денисова (2012).

Период укоренения черенков гортензии древовидной составил в среднем от 24 до 28-ти дней. У сорта гортензии древовидной ‘Endless Summer’ процесс корнеобразования начинался на 32-37-ой день. Процент укоренения черенков гортензии древовидной составил 95 %, а ее сорта ‘Endless Summer’ лежал в пределах от 9,1 до 56-ти %, что характерно для трудноукореняющихся растений (Хайлова, Денисов, 2012).

Для изучения размножения гортензий делением куста учитывалось время закладки почек на корневище. Лучшее время для деления куста считается ранняя весна до набухания почек, а в летний период только в теплых регионах, чтобы до наступления морозов деленки могли укорениться. По весне (март-начало апреля) делили кусты на деленки и высаживали в грядки на доращивание. В результате было заложено на посадку 50 деленок гортензии древовидной и 30 деленок сорта ‘Endless Summer’. Делением куста гортензии древовидной из одной стандартной деленки с 3 почками и одним побегом через год вырастал куст с тремя побегами и 6-8 почками возобновления. В тоже время у сорта ‘Endless Summer’ за один вегетационный сезон на корневище формировалось два побега и 4-5 почек возобновления.

Результаты изучения вегетативного размножения гортензии древовидной и сорта ‘Endless Summer’черенкованием показали, что продолжительность периода корнеобразования в условиях третьей зоны зимостойкости варьирует в пределах от 24 до 37-ми дней. Укореняемость черенков у основной массы видов составила от 9,1 до 56 %. Данные о размножении гортензии древовидной показали, что за год из стандартной деленки можно получить полноценный посадочный материал. В тоже время для ее сорта ‘Endless Summer’ этот период более длительный. Для увеличения количества посадочного материала разного возраста и размера гортензии древовидной необходимо сочетать эти два способа размножения.

Необходимо продолжить изучение особенностей размножения изученных гортензий для выявления условий повышения укореняемости черенков (подбор корнестимуляторов, режимы укоренения и т.д.) и увеличения наращивания подземной вегетативной массы.

Список литературы

1. Ахметова Л.Р. Изучение особенностей вегетативного размножения некоторых сортов гортензии // сборник научных трудов ГНБС, 2017. Т. 145. С. 247-251.
2. Поликарпова Ф.Я., Пилюгина В.В. Выращивание посадочного материала зеленым черенкованием. М.: Росагропромиздат, 1991. 96 с.: ил.
3. Т.Б. Попова. Розы и гортензии на Северо-западе России. Изд. "Вавилон", Санкт-Петербург, 2008 г., 110 с.
4. Тарасенко М.Т. Зеленое черенкование садовых и лесных культур. – М.: Изд-во МСХА, 1991. 268с.
5. Хайлова О.В., Денисов Н.И. Влияние сроков черенкования на укореняемость зеленых черенков древесных растений // Научные ведомости. Серия Естественные науки. 2012. № 9 (128). Вып. 19. С. 49-54.
6. Хромова Т.В. Методические указания по размножения интродуцированных древесных растений черенками. – М.: ВАСХНИЛ, 1980. – 45 с.

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА КАМЕНИСТОЙ СТЕПИ В ЖИГУЛЕВСКИХ ГОРАХ

Бондарева В.В.
Институт экологии Волжского бассейна РАН - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Самарского федерального исследовательского центра РАН, г. Тольятти, Россия
bondarevavictoria@yandex.ru

PLANT COMMUNITIES STONY STEPPE IN THE ZHIGULI MOUNTAINS PLANT COMMUNITIES STONY STEPPE IN THE ZHIGULI MOUNTAINS

Bondareva V. **V.**
Institute of Ecology of the Volga River Basin of the RAS - Branch of the Federal State Budgetary Institution of Science Samara Federal Research Scientific Center of RAS, Togliatti, Russia
bondarevavictoria@yandex.ru

Аннотация. Проведен геоботанический анализ растительных сообществ каменистой степи в Жигулевских горах по методу Браун-Бланке. Для анализа использована база данных о растительности Средней Волги, созданная на платформе программы TURBOVEG. Латинские названия сосудистых растений, стандартизированы по International Plant Names Index. Обработка данных проведена с помощью пакетов программы JUICE. Кластерный анализ выполнен с применением пакета программ PC-ORD 5.0. Оценка связей экологических характеристик экотопов сообществ с факторами среды проведена с применением экологических шкал Л.Г. Раменского, с помощью программы IBIS. DCA-ординация геоботанический описаний выполнялась с помощью встроенного в программу JUICE модуля «Ordijuice» из R-пакета. В исследуемых фитоценозах установлены диагностические, константные и доминантные виды. Отмечены реликтовые, редкие виды и охраняемые виды. Уникальные сообщества занимают остепненные каменистые склоны Жигулей и контактируют с лесными и кустарниковыми фитоценозами. Дальнейшее изучение позволит установить экологическое состояние, разнообразие и динамику растительных группировок каменистой степи.

Ключевые слова: растительные сообщества, каменистая степь, Жигулевские горы, кластерный анализ, Самарская область.

Abstract. The geobotanical analysis of the plant communities of the stony steppe in the Zhiguli Mountains was carried out using the Brown-Blank method. For the analysis, a database on the vegetation of the Middle Volga, created on the TURBOVEG, was used. Latin names of vascular plants, standardized by the International Plant Names Index. Data processing was carried out using JUICE program packages. The cluster analysis was performed using the PC-ORD 5.0 software package. The assessment of the links between the ecological characteristics of ecotopes of plant communities with environmental factors was carried out using L.G. Ramensky ecological scales, using the IBIS program. DCA-ordination of relevés was performed using the "Ordijuice" module built into the JUICE program from the R-package. Diagnostic, constant and dominant species have been established in the studied phytocenoses. Relict, rare and protected species have been noted. Unique plant communities occupy the settled rocky slopes of Zhiguli and are in contact with forest and shrub phytocenoses. Further study will make it possible to establish the ecological state, diversity and dynamics of plant groupings of the stony steppe.

Keywords: plant communities, stony steppe, Zhiguli mountains, cluster analysis, Samara region.

Введение. Жигулевские горы расположены вдоль реки Волги в пределах 53°16'51.67"-53°19'8.64"СШ и 48°40'10.07"-50°06'4.84"ВД Самарской области. Их протяженность составляет 75 км. Ширина горного массива 3-4 км. Высота над уровнем моря достигает 260-370 м (Обединтова, 1953). Куполообразные, пирамидальные вершины гор, крутые скалистые склоны заняты лесной и лесостепной растительностью. Многие исследователи занимались изучением флоры и растительности Жигулей (Коржинский 1901, Аболин 1910, Черепнин 1941, Спрыгин 1950, Плаксина 1992, 2000, Саксонов 2006, Васюков и соавт. 2013, Лысенко 2018 и другие). Особое внимание в этих работах принадлежит растительности остепненных каменистых местоположений. Так называемая, каменистая степь формируются на известняковых обнажениях горных склонов. Почвы, преимущественно, типичные темногумусовые карбо-литоземы (Плаксина, 2001).

Изучение и классификация растительности Жигулевских гор с эколого-флористический позиций Ж. Браун-Бланке немногочисленны (Голуб и др., 1995, Лысенко, 2018, Саксонов и др, 2020). В данной работе представлен предварительный анализ уникальных растительных сообществ каменистой степи Жигулей.

Материалы и методы. В лаборатории проблем фиторазнообразия и фитоценологии Института экологии Волжского бассейна РАН создана база данных о растительности Среднего Поволжья на платформе программы TURBOVEG (Hennekens et al., 2001). В настоящем исследовании использовано 99 геоботанических описаний (Черепнин 1937, Золотовский 1938, Горлов 2010-2011, Васюков 2013–2014 гг., 12 авторских, выполненных в 2021г.) площадок Жигулевских гор. Все описания выполнены по стандартным методикам на площадках 100 м^2 или в пределах реального контура сообществ. Гербарные образцы хранятся в Институте экологии Волжского бассейна РАН (PVB). Латинские названия сосудистых видов растений стандартизированы, в основном, по International Plant Names Index (http://ipni.org/).

Обработка данных проведена с помощью пакетов программы JUICE (Tichy, 2002). Кластерный анализ выполнен с применением программы PCORD 5.0, в качестве меры расстояния между объектами выбрана эвклидова дистанция, группировка объектов выполнена по методу «гибкой бетты» (β > 0,25) (McCune et al., 2006). Экологическая оценка сообществ проведена с применением показателей шкал Л.Г. Раменского (Раменский и др., 1956), рассчитанных с помощью программы IBIS методом «взвешенного усреднения» (Зверев, 2007). Интерпретация осей ДСА-ординации проведена по коэффициенту корреляции между индикаторными показателями и координатами описаний (Боровиков, 2003). Диагностические виды определяли с помощью вычисления phi-коэффициента (Chytry et al., 2002, Tichy et al. 2006). Величина phi-коэффициента, выше которой таксон относили к диагностическому, была принята равной 0.5. В дополнение к диагностическим, установлена категория константных видов, встречаемость которых в сообществах 80% и более. Доминантами считали виды, проективное покрытие которых составляло 50% и более. DCA-ординация геоботанический описаний выполнялась с помощью встроенного в программу JUICE модуля «Ordijuice» из R-пакета, с понижением веса редких видов (Zelený et al., 2009).

Результаты и обсуждения. Общий массив геоботанических описаний подвергнут кластерному анализу. Максимальное значение четкости классификации достигается при расчленении выборки описаний на 5 групп (рис. 1). Ниже приведем их характеристику.

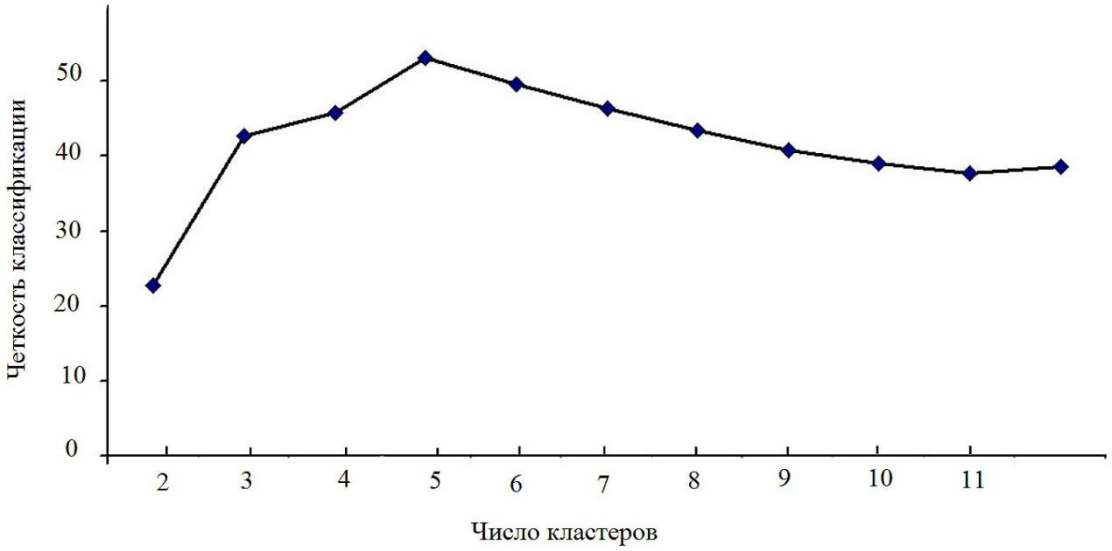


Рисунок 1. Изменение показателя четкости классификации с увеличением числа кластеров

Кластер 1 включает 14 площадок (табл. 1). Сообщество с высокой видовой насыщенностью, в среднем на площадке встречается 32 вид. Общее проективное покрытие варьирует от 40 до 85%. Фитоценоз занимает выровненные верхние участки склонов Бахиловой, Могутовой и Стрельной гор.

Диагностические виды: *Potentilla glaucescens, Alyssum lenense, Trinia multicaulis*.

Константные виды: *Potentilla glaucescens, Psephellus marschallianus, Alyssum lenense, Festuca valesiaca, Carex pediformis, Galium hexanarium, Koeleria macrantha, Echinops ruthenicus, Vincetoxicum stepposum, Trinia multicaulis, Gypsophila altissima, Thymus zheguliensis, Alyssum tortuosum*.

Доминантные виды: *Potentilla glaucescens, Psephellus marschallianus, Alyssum lenense, Festuca valesiaca, Carex pediformis, Galium hexanarium, Koeleria macrantha, Echinops ruthenicus, Vincetoxicum stepposum, Trinia multicaulis,Gypsophila altissima, Thymus zheguliensis, Alyssum tortuosum, Artemisia campestris, Jurinea arachnoidea, , Stipa capillata, Poa crispa, Scorzonera austriaca, Galatella villosa, Helictotrichon desertorum, Allium cretaceum, Eremogone micradenia Campanula sibirica, Tanacetum sclerophyllum, Euphorbia seguierana, Gagea bulbifera, Pulsatilla patens, Viola ambigua, Melampyrum argyrocomum, Dianthus andrzejowskianus*.

Редкие виды: *Alyssum lenense, Astragalus zingeri*, Clausia aprica, Ferula tatarica, Fritillaria ruthenica, Gagea bulbifera, Hedysarum grandiflorum, Helianthemum nummularium, Iris pumila, Koeleria sclerophylla*, Pulsatilla patens, Scabiosa isetensis, Stipa pennata*, S. pulcherrima*, Thymus zheguliensis*, Valeriana tuberosa* (Красная книга Самарской обл. (6), *- Красная книга РФ(7).

Оценка местообитания по шкалам Л.Г. Раменского: среднестепное увлажнение, богатые почвы, слабое влияние выпаса.

Таблица 1. Сокращенная синоптическая таблица фитоценозов каменистой степи в Жигулевских горах

Кластер	1	2	3	4	5
Количество описаний	14	22	27	26	10
Среднее значение показателей экологических шкал Л.Г. Раменского					
увлажнение почвы	43	43	44	44	44
богатство-засоленность	14	14	14	14	15
пастбищная дигрессия	4,4	4,1	4,2	3,9	4,6
Среднее число видов на площадке	32	33	23	27	21
Potentilla glaucescens	100	14	37	38	10
Alyssum lenense	100	55	44	23	.
Trinia multicaulis	86	32	33	8	.
Agropyron desertorum	7	100	11	27	50
Helianthemum zheguliensie	.	32	.	.	.
Gypsophila juzepczukii	.	.	44	4	10
Echinops meyeri	.	.	41	8	.
Psephellus marschallianus	100	100	96	92	100
Thymus zheguliensis	86	100	96	62	80
Jurinea arachnoidea	79	100	44	73	90
Festuca valesiaca	100	68	81	54	30
Carex pediformis	93	95	85	81	90
Galium hexanarium	93	95	74	54	60
Artemisia campestris	79	95	44	46	50
Koeleria macrantha	93	82	48	42	10
Echinops ruthenicus	93	77	56	81	90
Gypsophila altissima	93	86	37	69	90
Vincetoxicum stepposum	93	73	37	65	80
Alyssum tortuosum	86	73	44	50	40
Stipa capillata	79	73	85	65	40
Poa crispa	79	27	63	15	20
Galatella villosa	71	59	37	69	50
Scorzonera austriaca	71	68	37	58	20
Helictotrichon desertorum	71	55	30	58	70
Allium cretaceum	71	68	19	38	40
Eremogone micradenia	64	68	67	19	10
Campanula sibirica	64	73	59	42	20
Tanacetum sclerophyllum	64	82	30	50	60
Gagea bulbifera	64	45	15	12	.
Euphorbia seguierana	57	95	59	62	60
Potentilla humifusa	.	73	56	42	60
Viola ambigua	57	32	41	31	.
Pulsatilla patens	57	41	19	38	10
Melampyrum argyrocomum	50	27	15	15	10
Dianthus andrzejowskianus	50	55	4	38	30
Stipa pennata	43	23	33	46	50
Koeleria sclerophylla	43	36	19	15	60
Stipa pulcherrima	43	36	11	27	10
Sedum acre	43	18	.	15	.
Valeriana tuberosa	43	27	.	8	.
Onosma volgensis	36	45	74	58	70
Draba nemorosa	36	55	11	38	40
Scabiosa isetensis	29	9	33	19	20

Aster alpinus	29	18	22	.	20
Polygonatum odoratum	29	55	7	38	30
Galatella angustissima	29	9	4	23	20
Arenaria viscida	29	18	.	12	10
Centaurea ruthenica	29	36	.	46	20
Caragana frutex	21	32	15	46	.
Asperula tinctoria	21	14	15	38	10
Asparagus officinalis	21	18	15	27	10
Salvia stepposa	14	55	22	31	10
Clausia aprica	14	27	19	19	30
Scorzonera stricta	7	55	11	31	.
Astragalus zingeri	7	55	7	31	20
Artemisia marschalliana	.	.	48	23	10
Sisymbrium polymorphum	7	41	.	8	40
Scabiosa ochroleuca	7	.	33	19	.
Galium ruthenicum	7	23	.	27	20
Thesium ramosum	.	.	26	4	10
Serratula cardunculus	.	.	26	.	.

Примечание. Обилие растений указано в процентах проективного покрытия. Серым цветом отмечены показатели встречаемости диагностических видов. Таксоны, встречаемость которых не превышает 25% ни в одном из кластеров, не приводятся.

Кластер 2 включает 22 площадки. Флористически богатый, в среднем на площадке зарегистрировано 33 вида. ОПП варьирует от 40 до 85%. Сообщество занимает верхние и средние участки на склоне гор: Бахилова, Стрельная, Малиновая.

Диагностические виды: *Agropyron desertorum, Helianthemum zheguliensie*.

Константные виды: *Agropyron desertorum, Psephellus marschallianus, Thymus zheguliensis, Jurinea arachnoidea, Carex pediformis, Galium hexanarium, Artemisia campestris, Euphorbia seguierana, Gypsophila altissima, Koeleria macrantha, Tanacetum sclerophyllum*.

Доминантные виды: *Psephellus marschallianus, Carex pediformis, Echinops ruthenicus, Euphorbia seguierana, Vincetoxicum stepposum, Stipa pennata, Festuca valesiaca, Helictotrichon desertorum, Galatella villosa, Dianthus andrzejowskianus*.

Редкие виды: *Adonanthe vernalis, Alyssum lenense, Artemisia salsoloides*, Asperula petraea, Astragalus zingeri*, Clausia aprica, Cleistogenes squarrosa, Ferula tatarica, Gagea bulbifera, Hedysarum grandiflorum, Hylotelephium zhiguliense, Iris pumila, Koeleria sclerophylla*, Globularia punctata*, Gypsophila zhegulensis, Linum flavum, Polygala sibirica, Pulsatilla patens, Scabiosa isetensis, Stipa pennata*, S.*, Thymus zheguliensis*, Tulipa biebersteiniana, Valeriana tuberose.*

Оценка местообитания по шкалам Л.Г. Раменского: среднестепное увлажнение, богатые почвы, слабое влияние выпаса.

Кластер 3 включает 27 площадок. Флористически насыщенный, в среднем на площадке зарегистрировано 30 видов. ОПП от 50 до 80%. Сообщество располагается на верхних и средних участках склонов гор Бахилова, Могутовая, Стрельная, Лысая, Старо-Отваженского оврага, Молодецкий курган.

Диагностические виды: *Gypsophila juzepczukii, Echinops meyeri*.

Константные виды: *Psephellus marschallianus, Thymus zheguliensis, Carex pediformis, Stipa capillata, Festuca valesiaca*.

Доминантные виды: *Psephellus marschallianus, Thymus zheguliensis, Carex pediformis, Stipa capillata, Festuca valesiaca, Onosma volgensis, Galium hexanarium, Eremogone*

micradenia, Poa crispa, Euphorbia seguierana, Campanula sibirica, Potentilla humifusa, Echinops ruthenicus.

Редкие виды: *Adonanthe vernalis, Alyssum lenense, Astragalus macropus, A. zingeri*, Cerastium zhiguliense, Clausia aprica, Cleistogenes squarrosa, Gagea bulbifera, Gypsophila juzepczukii, Helianthemum nummularium, H. zheguliensie, Koeleria sclerophylla*, Linum flavum, Pulsatilla patens, Scabiosa isetensis, Stipa pennata*, S. pulcherrima*, Thymus zheguliensis*.*

Оценка местообитания по шкалам Л.Г. Раменского: среднестепное увлажнение, богатые почвы, слабое влияние выпаса.

Кластер 4 включает 26 площадок. Флористически богатый, в среднем на площадке зарегистрировано 21 видов. ОПП от 50 до 90%. Сообщество занимает верхние и средние участки склонов гор Бахиловая, Малиновая, Стрельная, Старо-Отваженского оврага и Молодецкий кургана.

Диагностических видов нет.

Константные виды: *Psephellus marschallianus, Carex pediformis, Echinops ruthenicus.*

Доминантные виды: *Psephellus marschallianus, Carex pediformis, Echinops ruthenicus, Jurinea arachnoidea, Galatella villosa, Gypsophila juzepczukii, Stipa capillata, Vincetoxicum stepposum, Thymus zheguliensis, Euphorbia seguierana, Onosma volgensis, Scorzonera austriaca, Helictotrichon desertorum, Festuca valesiaca, Galium hexanarium.*

Редкие виды: *Adonanthe vernalis, Alyssum lenense, Astragalus zingeri*, Clausia aprica, Ferula tatarica, Fritillaria ruthenica, Gagea bulbifera, Globularia punctata, Gypsophila juzepczukii, Hedysarum grandiflorum, Helianthemum nummularium, Jurinea ledebourii, Koeleria sclerophylla*, Linum flavum, Polygala sibirica, Pulsatilla patens, Scabiosa isetensis, Stipa pennata*, S. pulcherrima*, Thymus zheguliensis*, Valeriana tuberose.*

Оценка местообитания по шкалам Л.Г. Раменского: среднестепное увлажнение, богатые почвы, слабое влияние выпаса.

Кластер 5 включает 10 площадок. ОПП от 55 до 80%. Видовая насыщенность низкая, в среднем видов на площадке. Этот фитоценоз размещается на вершинах гор Малиновая, Стрельная, Бахиловая, Могутовая, Лепешка.

Диагностических видов нет.

Константные виды: *Psephellus marschallianus, Carex pediformis, Echinops ruthenicus, Jurinea arachnoidea, Gypsophila altissima, Vincetoxicum stepposum, Thymus zheguliensis.*

Доминантные виды: *Psephellus marschallianus, Carex pediformis, Echinops ruthenicus, Jurinea arachnoidea, Gypsophila altissima, Vincetoxicum stepposum, Thymus zheguliensis, Onosma volgensis, Helictotrichon desertorum, Euphorbia seguierana, Galium hexanarium, Tanacetum sclerophyllum, Potentilla humifusa, Koeleria sclerophylla, Galatella villosa, Artemisia campestris, Stipa pennata, Agropyron desertorum.*

Редкие виды: *Adonanthe vernalis, Astragalus zingeri*, Clausia aprica, Gypsophila juzepczukii, Helianthemum nummularium, Koeleria sclerophylla*, Linum flavum, L. uralens, Thymus zheguliensis*, Pulsatilla patens, Scabiosa isetensis, Stipa pennata*, S. pulcherrima*.*

Оценка местообитания по шкалам Л.Г. Раменского: среднестепное увлажнение, богатые почвы, слабое влияние выпаса.

Визуализация проекций положений описаний фитоценозов в 3d пространстве DCA-ординации показана относительно 2, 3 и 4 осей. Координаты описаний на данных осях имееют достоверную корреляцию с показателями экологических шкал Л.Г. Раменского (рис. 2, табл. 2). На ось 2 и 3 приходится соответственно 13% и 12% общей изменчивости, вдоль них установлена достоверная корреляция с показателями пастбищной дигрессии почвы. Вдоль 4 оси установлена отрицательная достоверная корреляция с показателями увлажнения почвы.

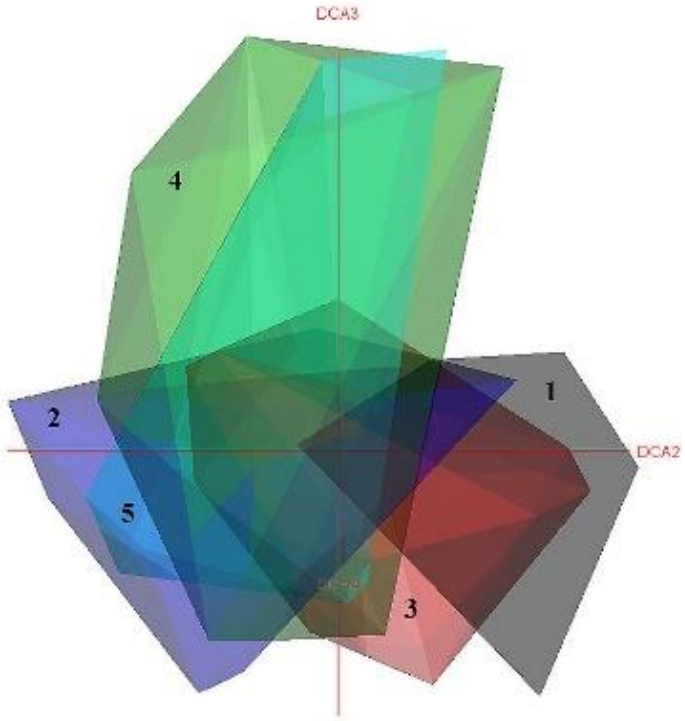


Рисунок 2. DCA-ординация фитоценозов каменистой степи в Жигулевских горах.

Собственные значения осей: ось 2 – 0.13, ось 3 – 0.11, ось 4 – 0.09. Фигуры объединяют крайние внешние точки геоботанических описаний в 5 кластерах.

Таблица 2. Коэффициенты линейной корреляции между величинами проекций на осях DCA-ординации положений геоботанических описаний сообществ и показателями шкал Л.Г. Раменского.

Показатели	увлажнение	богатство-засоленность почвы	пастбищная дигрессия
Ось 1	0.16	-0.14	-0.18
Ось 2	-0.08	-0.19	0.36*
Ось 3	0.17	-0.01	-0.30*
Ось 4	-0.40*	0.06	0.01

Примечание. Звездочками отмечены недостоверные значения коэффициентов корреляций при уровне значимости 0.05.

Таким образом, все исследуемые фитоценозы характеризуются похожими экотопами местообитаний. Кластер 1 и 2 занимают наиболее сухие местоположения по сравнению с остальными группами. Кластер 4 в меньшей степени подвергается пастбищной дигрессии.

Заключение. В результате анализа выявлены флористические и экологические особенности растительных сообществ каменистой степи в Жигулевских горах. Для них характерна высокая видовая насыщенность, присутствие реликтовых и эндемичных видов, занесенных в Красные книги РФ (1988) и Самарской области (2007). Уникальные сообщества каменистых местообитаний Жигулей признают реликтовыми (Саксонов, 2006). Дальнейшее их изучение позволит выявить синтаксономический статус и сформировать комплексный взгляд в целях их эффективного сохранения.

Исследования выполнены в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: темы Института экологии Волжского

бассейна РАН – филиала Самарского федерального исследовательского центра РАН № 1021060107217-0-1.6.19

Список литературы

1. Боровиков В.А. 2003. Statistica. Искусство анализа данных на компьютере. 2-е изд. СПб.: Питер. 688 с.
2. Голуб В.Б., Саксонов С.В., Ужамеская Е.А. 1995 Характеристика каменистых степей Жигулевских гор (по материалам исследования Л.М.Черепнина) // Бюллетень «Самарская Лука» №6, с. 75-96.
3. Горлов С.Е. 2014. Фитоценотическое разнообразие степной растительности в Жигулевском заповеднике на примере Бахиловой и Стрельной гор // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 16, № 5(5), С.1603-1608.
4. Зверев А. А. 2007. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. Томск. 303 с.
5. Золотовский М.В. Растительность Жигулевского участка Куйбышевского заповедника // ЦГА РСФСР, фонд 358, дело 276. 1938. 296 с.
6. Красная книга Самарской области. Т. 1. Редкие виды растений и грибов / под ред. С.А. Сенатора и С.В. Саксонова. Самара: Самарская государственная областная академия (Наяновой), 2017. 384 с.
7. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). 2008. М.: Тов-во науч. изданий КМК. 844 с.
8. Лысенко Т.М. Новая ассоциация степной растительности из Жигулевских гор // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. – Т. 27, № 1. – С. 213-216. DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10012
9. Обедиентова Г.В. Происхождение Жигулевской возвышенности и развитие ее рельефа // Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР. М.: Тр. Ин-та географии, 1953. Вып. 53. С. 1–247
10. Плаксина Т.И. Конспект флоры Волго-Уральского региона. Самара, 2001. 388с.
11. Раменский Л.Г., Цаценкин Л.Г., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельхозгиз. 1956. 472 с.
12. Саксонов С.В., 2006 Самаролукский флористический феномен. Москва. Наука. 262 с.
13. Саксонов С.В., Бондарева В.В., Васюков В.М., Келлер С.А. 2020 Реликтовые боры с *Arctostaphyllos uva-ursi* в Жигулевских горах (Среднее Поволжье) //Самарский научный вестник. 2020. Т.9 № 4. С.149-152
14. Черепнин Л.М. Растительность каменистой степи Жигулевских гор: Дис. … канд. биол. наук. М., 1941. 352 с.
15. Chytry M., Tichy L., Holt J., Botta-Dukat Z. 2002. Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures // J. Veg. Sci. V. 13, pp. 79-90.
16. IPNI (2021). International Plant Names Index. Published on the Internet http://www.ipni.org, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Botanic Gardens. [Retrieved 19 April 2021] (http://ipni.org/).
17. Hennekens S. M., Schaminee J. H. J. 2001. / TURBOVEG a comprehensive date base management system for vegetation data // J. Veg. Sci. Vol. 12. P. 589–591.
18. McCune B., Mefford M.J. 2006. PC-ORD. Multivariate Analyses of Ecological Data. Version 5. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA. 24p.
19. Tichy L. 2002. JUICE, software for vegetation classification // J. Veg. Sci. Vol. 13. P. 451–453.

20. Tichy L ., Chytry M. 2006. Statistical determination of diagnostic species for site groups of unequal size // J. Veg. Sci. V. 17, pp. 809-818.
21. Zelený D., Tichý L. 2009. Linking JUICE and R: New developments in visualization of unconstrained ordination analysis.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ СРЕДНЕЕВРОПЕЙСКИХ ЗЕЛЕНЫХ ЛЯГУШЕК *PELOPHYLAX ESCULENTUS* COMPLEX В УСЛОВИЯХ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Бархатов А.С., Снегин Э.А.
Научно-исследовательский центр геномной селекции Белгородского государственного национального исследовательского университета
(НИУ «БелГУ»), г. Белгород, Россия
barkhatov@bsu.edu.ru

GENETIC STRUCTURE OF POPULATION SYSTEMS IN CENTRAL EUROPEAN GREEN FROGS *PELOPHYLAX ESCULENTUS* COMPLEX OF THE TERRITORY IN THE SOUTH OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND

Barkhatov A.S., Snegin E.A.
Center of genomic selection of Belgorod National Research University,
Belgorod, Russia
barkhatov@bsu.edu.ru

Аннотация. В настоящем исследовании представлены данные об анализе генетической структуры комплекса среднеевропейских зеленых лягушек (*Pelophylax esculentus* complex) на основе микросателлитных маркеров ДНК на территории юга Среднерусской возвышенности. Всего в исследовании было задействовано 770 особей. Генетическая структура популяционных систем *Pelophylax esculentus* complex проанализирована при помощи мультиплексной SSR-PCR, включающей в себя 7 микросателлитных локусов (Res 14, Res 15, Res 17, Res 22, Rrid059A, Rrid082A, Rrid171A). Фрагментный анализ проведён на на автоматическом капиллярном ДНК-секвенаторе ABI PRISM 3500 (Applied Biosystems, США). Полученные данные демонстрируют высокую генетическую гетерогенность популяций в регионе исследования. Данные F-статистики Райта свидетельствуют о низком уровне подразделенности и активных миграциях, вызванных деградацией биотопов под действием антропогенных и абиотических (аридизация) факторов.

Ключевые слова: *Pelophylax esculentus complex; P. ridibundus; P. lessonae; P. esculentus;* аридизация; урбанизация.

Abstract. This study presents data on the analysis of the genetic structure of the water frog (*Pelophylax esculentus* complex) based on microsatellite DNA markers in the south of the Central Russian Upland. A total of 770 individuals were involved in the study. The genetic structure of *Pelophylax esculentus* complex population systems was analyzed using multiplex SSR-PCR, which includes 7 microsatellite loci (Res 14, Res 15, Res 17, Res 22, Rrid059A, Rrid082A, Rrid171A). Fragment analysis was performed on an automatic capillary DNA sequencer ABI PRISM 3500 (Applied Biosystems, USA). The data obtained demonstrate a high genetic heterogeneity of populations in the study region. The data of Wright's F-statistics indicate a low level of subdivision and active migrations caused by the degradation of biotopes under the influence of anthropogenic and abiotic (aridization) factors.

Keywords: *Pelophylax esculentus complex; P. ridibundus; P. lessonae; P. esculentus;* aridization; urbanization.

Стремительно возрастающая антропогенная нагрузка становится ведущей причиной трансформации естественных биотопов, которая оказывает значительное влияние на биологическое разнообразие, вызывая активные адаптивные изменения в популяционной структуре (Вершинин, 2007; Pillsbury, Miller, 2008). В связи, с чем для анализа состояния естественных сообществ в различных ландшафтах, необходимо осуществлять мониторинг составляющих их популяций. В качестве классических модельных объектов для мониторинга экосистем используют бесхвостых земноводных, среди которых наиболее удобными и многочисленными являются представители комплекса среднеевропейских зеленых лягушек (Лада, 1995; Зарипова и др., 2009; Файзулин, Кузовенко, 2012; Zhelev et al., 2020; Свинин и др., 2020; Снегин и др., 2021).

Среднеевропейские зеленые лягушки – *Pelophylax esculentus* complex представляют собой уникальный комплекс, состоящий из трёх видов, а именно: озёрная лягушка – *Pelophylax ridibundus* Pallas, 1771; прудовая лягушка *Pelophylax lessonae* Camerano, 1882, а также образующаяся в результате скрещивания первых двух видов съедобная лягушка *Pelophylax esculentus* Linnaeus, 1758 (Berger,1968; Vinogradov et al., 1990; Дедух, Красикова, 2017).

Исследования были проведены в летние полевые сезоны 2018 – 2020 гг. на территории юга Среднерусской возвышенности. Всего было проанализировано 770 особей из 36 локальных популяций *P. esculentus* complex в пределах Днепровского и Донского водосборных бассейнов. Ввиду того, что по результатам нашего предыдущего исследования локальные популяции, обитающие в условиях одной реки, представляют собой единую панмиктическую популяцию (Бархатов и др., 2021), в данной работе мы объединили исследуемые локальные популяции в 8 групп по количеству бассейнов полноводных рек юга Среднерусской возвышенности (таблица 1).

Таблица 1 – Популяции *Pelophylax esculentus* complex

Популяция	N	Бассейн
1.Пена	48	Днепровский
2.Ворскла	44	
3.Сейм	39	
4.Северский Донец	283	Донской
5.Оскол	256	
6.Айдар	66	
7.Тихая Сосна	22	
8.Дон	12	

Молекулярно-генетический анализ проведён на базе НИЦ Геномной селекции «НИУ БелГУ». Для выделения ДНК использовали набор «ДНК-Экстран-2» (Синтол).

Анализ изменчивости ДНК проводили методом мультиплексной полимеразной цепной реакции SSR-PCR (Simple Sequence Repeats). Для исследования были использованы праймеры: Res14, Res15, Res17, Res22, Rrid059A, Rrid082A (Mikulíček, Pišút, 2012). ПЦР-амплификацию проводили в ДНК-амплификаторе Veriti, Thermo FS. Продукты ПЦР анализировали на генетическом анализаторе ABI 3500 (Applied Biosystems). Пики

визуализировали с использованием программного обеспечения GeneMapper 3.7 (Applied Biosystems).

Данные анализа микросателлитных маркеров ДНК выявили высокую генетическую гетерогенность изучаемых групп *Pelophylax esculentus* complex. Результаты оценки генетического разнообразия представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели генетического разнообразия *P. esculentus* complex

Популяция	N	% P	A	Ae	I	Ho	He	F
1.Пена	48	100	7,714	3,437	1,411	0,518	0,678	0,262
2.Ворскла	44	100	14,857	6,339	2,100	0,578	0,813	0,299
3.Сейм	39	100	11,857	5,362	1,852	0,480	0,758	0,388
4.Северский Донец	283	100	21,429	6,917	2,147	0,485	0,777	0,386
5.Оскол	256	100	24,429	7,498	2,347	0,509	0,836	0,403
6.Айдар	66	100	14,857	3,909	1,698	0,463	0,668	0,351
7.Тихая Сосна	22	100	7,571	4,124	1,480	0,474	0,685	0,354
8.Дон	12	100	4,429	2,753	1,127	0,429	0,599	0,347
Среднее		100	13,393±1,148	5,042±1,148	1,771±0,082	0,492±0,033	0,727±0,019	0,349±0,036

Примечание: N – число особей в выборке; P — процент полиморфных локусов; A — среднее число аллелей; Ae — эффективное число аллелей; I — индекс Шеннона; Ho — наблюдаемая гетерозиготность; He — ожидаемая гетерозиготность; F — индекс фиксации (коэффициент инбридинга).

Все изучаемые микросателлитные локусы полностью полиморфны. Значения индекса фиксации (коэффициент инбридинга) достигают невысоких значений.

По данным F-статистики Райта (таблица 3) индекс подразделенности популяций (Fst) имеет низкое значение, в то время как уровень потока генов (Nm) по всем локусам оказался больше 1, что «согласно теории эволюции со смещающимся равновесием» (Wright, 1970) свидетельствует о присутствующем интенсивном обмене генами между популяциями, что указывает на их активные миграции.

На активные миграции комплекса *Pelophylax esculentus* в регионе исследования указывает и график зависимости уровня потока генов (Nm) между популяциями от географических дистанций между ними (Dg) (рис. 1), который позволил выявить слабую обратную зависимость между этими показателями (коэффициент корреляции Пирсона $R = – 0,350$, $p<0,001$). Это может свидетельствовать о нарушении модели «изоляции расстоянием» в изучаемом комплексе и приближении ее к «островной модели» (Wright, 1943).

Таблица 3 – Значения полокусных значений коэффициентов инбридинга и уровня потока генов.

Показатели	Локусы							M ± m
	Res14	Res15	Res17	Res22	Rrid059A	Rrid082A	Rrid171A	
Fis	0,516	0,348	0,577	0,022	0,263	0,534	0,133	0,342±0,081
Fit	0,558	0,436	0,637	0,128	0,319	0,585	0,20692	0,409±0,075
Fst	0,087	0,136	0,144	0,109	0,076	0,109	0,086	0,106±0,009
Nm	2,638	1,589	1,489	2,047	3,056	2,042	2,673	2,219±0,222

Примечание: Fis — коэффициент инбридинга особи относительно субпопуляции; Fit — коэффициент инбридинга особи относительно большой популяции; Fst — коэффициент инбридинга субпопуляции относительно большой популяции. Nm — средний показатель интенсивности обмена генами между популяциями.

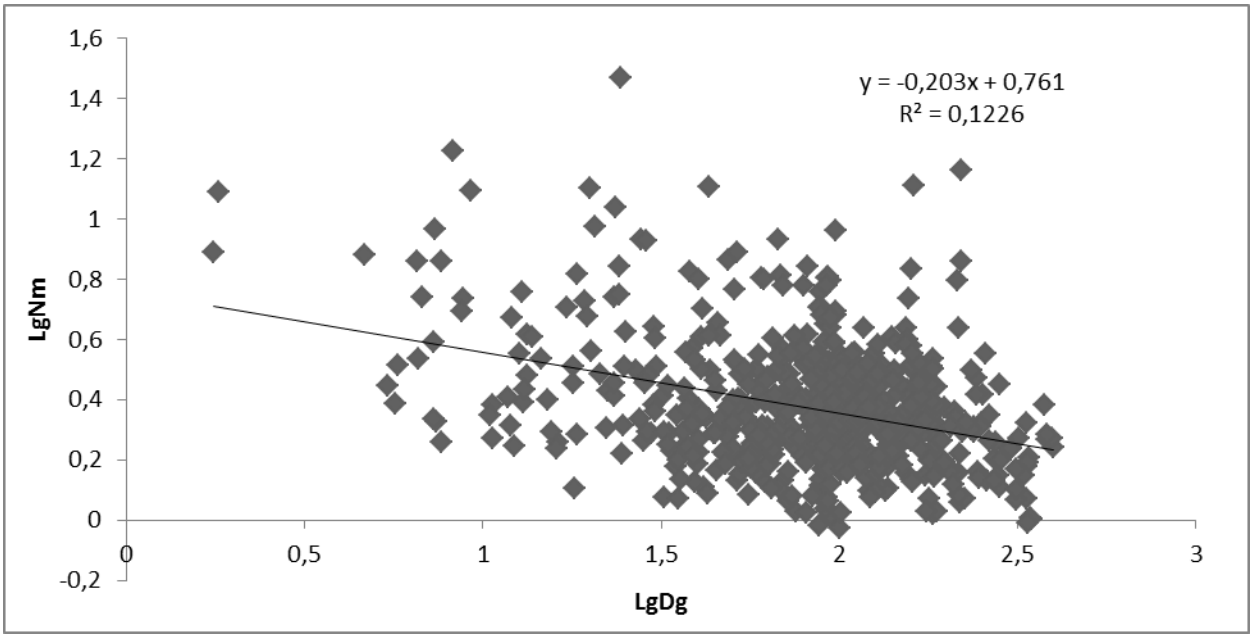


Рисунок 1. Линейная регрессия логарифма потока генов (Nm) между парами популяций на логарифм географического расстояния между ними (Dg).

Таким образом, в регионе исследования наблюдаются активная миграция среднеевропейских зеленых лягушек, которая обусловлена воздействием антропогенных (интродукция, создание искусственных водоемов, мелиорация земель, техногенные воздействия) и абиотических факторов (аридизация климата в регионе приводит к сезонному или постоянному пересыханию водоёмов). Деградация водных объектов вынуждает земноводных мигрировать в новые нерестовые водоёмы, в которых происходит гибридизация и интрогрессия, что и обуславливает высокую генетическую гетерогенность изучаемых групп.

Список литературы

1. Pillsbury F.C., Miller J.R. Habitat and landscape characteristics underlying anuran community structure along an urbanrural gradient // Ecol Appl. 2008. V. 18. № 5. P. 1107–1118.
2. Вершинин В. Л. Биота урбанизированных территорий. Екатеринбург, 2007. 85 с.
3. Лада Г.А. Среднеевропейские зеленые лягушки (гибридогенный комплекс *Rana esculenta*): введение в проблему // Флора и фауна Черноземья, Тамбов: изд-во Тамбовского университета, 1995. С. 88–109.
4. Зарипова Ф.Ф., Юмагулова Г.Р., Файзулин А.И. Характеристика состояния популяции озерной лягушки *Rana ridibunda* Pallas, 1771 (Anura, Amphibia) в Республике Башкортостан по полиморфизму рисунка окраски спины // Изв. Самар. НЦ РАН. 2009. Т. 11. № 1. С. 78–82.
5. Файзулин А.И., Кузовенко А.Е. Использование амфибий в мониторинге состояния окружающей среды в условиях Самарской области: фенетическая структура популяций // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, №1(3). С 829–833.
6. Zhelev Z.M., Arnaudova D.N., Popgeorgiev G.S., Tsonev S.V. In situ assessment of health status and heavy metal bioaccumulation of adult *Pelophylax ridibundus* (Anura: Ranidae) individuals inhabiting polluted area in southern Bulgaria // Ecological Indicators. 2020. V. 115. P. 1–15.
7. Свинин А.О., Ермаков О.Е., Литвичнук С.Н., Башинский И.В. Синдром аномалии Р у зеленых лягушек: история открытия, морфологические особенности и возможные причины возникновения // Труды Зоологического института РАН. 2020. Т. 324. № 1. С. 108–123.
8. Снегин Э.А., Бархатов А.С., Киселев В.В., Юсупов С.Р., Снегина Е.А. Оценка степени повреждения геномной ДНК популяций озерной лягушки (*Pelophylax ridibundus* Pallas, 1771) Белгородской агломерации методом ДНК-комет // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2021. № 55. С. 58–76.
9. Berger L. Morphology of the F1 generation of various crosses within *Rana esculenta* complex // Acta zoologica cracoviensia. 1968. V. 13. P. 301–324.
10. Vinogradov A.E. Borkin L.J., Günther R., Rosanov J.M. Genome elimination in diploid and triploid Rana esculenta males: cytological evidence from DNA flow cytometry. Genome 1990, 33(5): P. 619–627.
11. Дедух Д.В., Красикова А.В. Методические подходы к изучению комплекса среднеевропейских зеленых лягушек *Pelophylax esculentus* // Генетика. 2017. Т. 53. № 8. С. 885–894.
12. Бархатов А.С., Снегин Э.А., Юсупов С.Р. Генетическая структура популяций комплекса зеленых лягушек (Pelophylax esculentus complex) на территории юга Среднерусской возвышенности // Экологическая генетика. 2021. Т. 19. № 2. С. 107–119.
13. Mikulíček P., Pišút P. Genetic structure of the marsh frog (*Pelophylax ridibundus*) populations in urban landscape // Eur J Wildl Res. 2012. V. 58. P. 833–845.
14. Wright S. Isolation by distance // Genetics. 1943. V. 28, №2. P. 114–138.
15. Wright S. Random drift and shifting balance theory of evolution. Mathematical topics in population genetics. Berlin: Springer Verlag, 1970. 31 p.

ОСОБЕННОСТИ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕПРЕЗЕНТАТИВНЫХ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ ПРИМАНЫЧЬЯ (КУМО-МАНЫЧСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ)

Белоус В.Н.
Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия
viktor_belous@bk.ru

FEATURES OF FLORA AND VEGETATION OF PRIMANYCH'S REPRESENTATIVE STEP COMMUNITIES (KUMO-MANYCH LOWLAND)

Belous V.N.
North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russian Federation
viktor_belous@bk.ru

Аннотация. В статье освещены некоторые вопросы состава и строения типичных травяных сообществ Приманычья. Степная экосистема Приманычья представлена подзональными дерновиннозлаковыми и опустыненными коренными и длительно производными степными сообществами и их эдафическими вариантами, а также солонцово-солончаковыми комплексами. Морфологические, флористические и фитоценотические особенности сообществ отражают, в том числе, режим использования травостоя.

На отдельных участках растительный покров трансформирован в результате сильного выпаса. Нежелательные сукцессионные процессы приводят к упрощению ценотического сложения, обеднению флористического состава, резкой комплексности растительного покрова, галофитизации почв и растительности. Дигрессивные степные сообщества характеризуются многочисленностью интерфузивных видов, заметным усилением роли малолетников.

Местами сохранились фитоценозы с участием раритетных растений, представляющие природоохранный интерес. Первостепенное значение для сохранения фито- и ценоразнообразия степных экосистем Приманычья имеет соблюдение оптимального режима хозяйствования.

Ключевые слова: степные ландшафты, растительные сообщества, флора, озеро Маныч, Кумо-Манычская низменность.

Abstract. The article highlights some issues of the composition and structure of Primanychie's typical herbal communities. Prymanachie's steppe ecosystem is represented by subzonal soddy-cereals and deserted native and long-period derivative steppe communities and their edaphic variants, as well as solonetz-solonchak complexes. Morphological, floristic and phytocenotic features of communities reflect, among other things, the mode of use of the herbage.

The vegetation cover has been transformed as a result of heavy grazing in some areas Undesirable successional processes lead to simplification of cenotic composition, impoverishment of floristic composition, drastic complexity of vegetation cover, halophytization of soils and vegetation. Digressive steppe communities are characterized by the abundance of interfusive species, a noticeable increase in the role of juveniles.

In some places phytocenoses with participation of rare plants are preserved and they are of nature protection interest. Observance of optimal management regime is of primary importance for preservation of phyto- and cenosis diversity of the Primanychie's steppe ecosystems.

Keywords: steppe landscapes, plant communities, flora, the Manycz Lake, Kumo-Manycz Lowland.

Приманычье – региональный ландшафтный экотон озёрно-долинной депрессии озера Маныч-Гудило, расположенный между двумя крупными выделами геомеров – Восточно-Европейской равниной и Кавказом. Внутренняя дифференциация растительного покрова приманычских ландшафтов определяется генезисом рельефа, эдафотопом, гигротопом, почвенным покровом. Рельеф пологоволнистый с мягкими очертаниями с преобладанием древних надпойменных террас Маныча. Долинный ландшафт имеет вид плоских равнин на горизонтально залегающих породах с лощинно-балочным расчленением. Почвообразующие породы – лёссовидные суглинки. На территории широко распространены долинностепные сообщества как вариант подзональных засолённых степей. Приманычский регион – экологически напряжённая природная территория.

Материалом для настоящего сообщения послужили результаты полевых исследований на ключевых участках, которые отражают фитоценотические и пространственные закономерности распределения степных сообществ Приманычья вдоль эдафических и экологических градиентов.

Географически исследуемый район находится в правобережной части водосборного бассейна Западного Маныча (Северное Приманычье) и верхней части долины Восточного Маныча (Южное Приманычье) в пределах подзоны сухой степи.

В разные годы (Белоус, 2006, 2013, 2018, 2021; Белоус, Лактионов, 2009, 2012; Белоус, Федосов, 2003а, 2003б) в рамках нашего исследования полевые изыскания выполнены на территории Ростовской области (РО), Республики Калмыкии (РК) и Ставропольского края (СК).

Участие вида в сложении фитоценоза оценивали по его покрытию: r – вид на учётной площадке встречен с незначительным покрытием; + – особи вида покрывают менее 1 % площадки; 1 – особи покрывают 1–5 %; 2 – 5–25 %; 3 – 25–50 %; «**.**» – вид на площадке не отмечен.

Флористическое разнообразие отдельных природных фаций различно.

Эколого-трофогенный ряд замещения образуют следующие фитоценозы.

●Ключевой участок № 1 (РО). Побережье оз. Грузского близ пос. Маныч, охранная зона заповедника «Ростовский». Ровные и возвышенные участки нижней террасы Маныча; относительно пологие склоны. Полынно-разнотравно-дерновиннозлаковое сообщество на каштановых почвах. Видовая насыщенность высокая. Выпас (крупный рогатый скот) слабый.

●Ключевой участок № 2 (РО). Кластер «Озеро Маныч-Гудило» заповедника «Чёрные земли», к юго-востоку-востоку от пос. Урожайного. Плоский участок нижней террасы. Полынно-бедноразнотравно-дерновиннозлаковое сообщество на каштановых почвах. Выпас умеренный.

●Участок № 3 (РК). К северо-западу от пос. Урожайного; пологий склон балки «Волочайки». Полынно-разнотравно-дерновиннозлаковое сообщество на каштановых почвах балочного типа. Выпас (овцы) умеренный.

●Участок № 4 (РО). Остров «Горелый» Островного участка заповедника «Ростовский». Разнотравно-дерновиннозлаковое сообщество на каштановых почвах.

Режим содержания травостоя – абсолютно заповедный. Степной войлок (ветошь, подстилка) местами достигает толщины 5–7 см. Его водно-физические свойства привели к мезофитизации растительных и почвенных условий, олуговению травостоя и ослаблению позиций дерновинных злаков.

●Участок № 5 (РО). Остров «Водный» Островного участка заповедника «Ростовский» – место круглогодичного пребывания табуна одичавших лошадей. Полынно-бедноразнотравно-злаково-однолетниковое сообщество на каштановых почвах и комплексная растительность на солонцах. Пастбищная трансформация растительного

покрова вследствие нерегулируемого и ненормированного выпаса. Распространение фации – локальное.

●Участок № 6 (РО). Отрезок южного склона Сальско-Манычской гряды, окр. пос. Камышевка. Отроги южной экспозиции. Склоновый ландшафт, водораздельной уклон. Плакорное богаторазнотравно-дерновиннозлаковое сообщество на каштановых почвах и его псаммофитный вариант на супесях и песках.

●Участок № 7 (СК). Долина Чограя, палеобалка Арзгирская (в 1 км к СВ от с. Арзгир), верхняя треть склона. Житняковое сообщество (Agropyron desertorum) невысокого флористического богатства на глинистых солонцеватых обнажениях материнской породы среди разрывов дернового покрова. Травостой заметно изреженный. Серийные дерновиннозлаково-полынно-эфемеровые опустыненные сообщества и группировки.

●Участок № 8 (СК). Долина Чограя, палеобалка Арзгирская, приводораздельные поверхности и верхние части склонов. Бедноразнотравно-типчаково-ковыльное (Stipa lessingiana – Festuca valesiaca + Koeleria cristata – Herbae stepposae) сообщество. В пределах локальных понижений мезорельефа и мелких водотоков растительность носит мезофитный характер.

●Участок № 9 (СК). Балка Чограй, окр. с. Арзгир (в 0,3 км к СЗ), водораздельное равнинное плато, привершинная часть денудационного склона. Мятликово-ковыльно-астрагаловое (Astragalus pallescens – Stipa lessingiana – Poa bulbosa + Astragalus calycinus) сообщество на щебнистых почвах (объём обломков карбонатных пород до 30 %), подстилаемых известняком. Реликтовое местопроизрастание. Распространение данного вида фации – локальное.

Представленный ниже список характеризует состав флоры типичных степных фитоценозов ключевых участков Северного и Южного Приманычья.

Таблица 1 – Растения, отмеченные на учётных площадках (100 м2)

* N, S – экспозиция склонов соответственно северного и южного румбов; 0 – нет уклона.

Номер описания	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ОПП травяного яруса, %	90	50	70	100	40	65	45	85	60
Средняя высота травостоя, см	55	50	55	60	35	50	40	40	30
*Экспозиция склона	S	0	S	0	0	S	N	N	S
Крутизна склона, град.	10	<5	<5	0	0	15	20	<5	10
Деревья, кустарники									
Calophaca wolgarica	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Elaeagnus angustifolia	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Ephedra distachya	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Tamarix laxa	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Граминоиды (злаки, осоки)									
Aegylops cylindrica	1	+	.	.	1	+	r	.	.
Agropyron pectinatum	1–2	1	1	1	.	1	.	.	.
Anisantha sterilis	.	.	.	.	1	.	.	.	.
A. tectorum	1–2	1	.	+	1	1	.	.	.
Bothriochloa ischaemum	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Bromopsis riparia	.	.	.	.	.	1	.	+	.
Bromus japonicus	1	.	.	.	1	1	.	.	.
B. squarrosus	.	.	.	.	.	.	+	.	.
Carex stenophylla	1	1	.	.	.	.	.	.	.
C. acuta	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Elytrigia elongata	.	.	.	.	.	1	.	.	.
E. pseudocaesia	1	1	1	.	.	.	.	.	.
E. repens	1–2	+	.	2	1	.	.	.	.

Eremopyrum orientate	1	.	.	.	1	.	.	.	.
E. triticeum	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Festuca valesiaca	1	+	1	1	1	1	+	2	1
Juncus gerardii	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Koeleria cristata	+	1	1	.	.	1	.	.	.
Phragmites australis	.	.	2	.	.	.	.	.	.
Poa angustifolia	.	.	1	.	.	.	.	.	.
P. bulbosa	1–2	+	.	1	1	1	+	+	1
Sclerochloa dura	1	+	.	.	1	.	.	.	.
Setaria viridis	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Stipa capillata	.	.	.	.	.	1	.	.	.
S. lessingiana	.	1	.	1	1	1	.	.	1
S. ucrainica	1	1	1	.	.	1	.	.	.
Бобовые									
Alhagi pseudalhagi	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Astragalus austriacus	.	.	.	.	.	.	r	.	.
A. calycinus	.	.	.	.	.	1	1	+	1
A. dolichophyllus	+	.	1	.	.	.	r	r	.
A. guttatus	.	.	.	.	.	.	.	.	+
A. henningii	.	.	.	.	.	.	+	.	+
A. onobrychis	.	.	.	.	.	1	.	.	.
A. pallescens	1	.	.	.	.	.	.	.	1
A. physodes	.	.	.	.	.	.	.	1	.
A. reduncus	+	.	.	1	.	.	.	.	.
A. sytinii	.	.	.	.	.	.	+	+	+
A. testiculatus	+	.	.	.	.	+	.	.	.
A. ucrainicus	.	.	.	.	.	1	.	.	.
A. varius	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Glycyrrhiza glabra	.	.	1	.	1	1	.	.	.
Lathyrus tuberosus	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Medicago lupulina	.	+	.	.	1	.	.	.	.
M. minima	.	.	.	.	.	.	r	r	.
M. romanica	1	1	1	1	1	1	.	.	.
Melilotus officinalis	1	1	.	.	.	.	.	.	.
Onobrychis vassilczenkoi	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Securigera varia	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Trifolium arvense	1	.	1	1	1	1	.	1	.
T. diffusum	.	1	.	.	1	.	.	.	.
T. retusum	+	1	.	.	1	1	r	.	.
Trigonella monspeliaca	.	.	.	.	.	.	.	r	.
T. orthoceras	1	+	1	.	.	.	.	r	.
Vicia hirsuta	.	.	.	+	.	.	.	.	.
V. tetrasperma	.	.	.	+	+	.	.	.	.
V. villosa	.	1–2	.	2	.	.	.	.	.
Разнотравье									
Achillea millefolium	1	1	1	.	.	1	.	.	.
A. nobilis	.	1	1	.	2	1	.	.	.
Ajuga chia	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Allium paczoskianum	+	.	+	+	.	+	.	r	.
A. rotundum	1	.	1	.	.	1	.	.	.
Alyssum desertorum	1	+	.	.	1	+	+	+	r
Amaranthus albus	.	.	.	.	1	.	.	.	.
A. retroflexus	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Arabidopsis thaliana	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Arenaria serpyllifolia	1	+	.	+	1	1	+	+	+
Artemisia austriaca	.	+	1	1	1–2	1	+	+	.

A. campestris	.	.	.	.	.	1	.	.	.
A. lerchiana	1	.	.	.	.	.	1	.	1
A. pauciflora	2	1	.	.	2	.	.	.	.
A. pontica	.	.	1	.	.	.	.	.	.
A. santonica	1	1	.	.	2	.	.	.	.
Asparagus officinalis	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Atriplex tatarica	1–2	.	.	.	2	+	.	.	.
Bassia sedoides	+	.	.	.	+	.	.	.	.
Bellevalia sarmatica	+	.	.	+	.	.	.	.	.
Buglossoides arvensis	1	.	.	.	1	.	+	.	r
Camphorosma monspeliaca	+	+	.	.	1	.	.	.	.
Camelina microcarpa	1	1	1	1	.	1	.	r	r
Cardaria draba	.	.	.	.	2	.	.	.	.
Carduus acanthoides	.	1	.	.	.	1	.	.	.
C. hamulosus	.	1	1	.	1	.	.	.	.
C. nutans	.	.	.	.	.	.	.	.	r
C. uncinatus	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Centaurea diffusa	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Cerastium glutinosum	.	.	.	.	.	.	r	r	r
C. holosteoides	.	.	.	+	1	.	.	.	.
Ceratocarpus arenarius	+	.	.	.	1	+	.	.	r
Chenopodium album	1–2	.	.	1	.	.	.	.	.
C. glaucum	1	.	.	.	1–2	.	.	.	.
C. urbicum	1	+	.	1	1	+	.	.	.
Chondrilla juncea	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Chorispora tenella	.	+	.	.	.	.	.	.	r
Consolida paniculata	1	1	+	1	.	.	.	.	.
Convolvulus arvensis	.	.	.	.	.	.	.	.	r
Crepis tectorum	1	1	1	1	.	.	.	.	.
Cruciata laevipes	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Crupina vulgaris	+	.	.	.	.	+	.	.	.
Cuscuta approximata	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Daucus carota	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Descurainia sophia	.	.	1	1	1	.	.	.	.
Dianthus borbasii	.	+	.	.	.	.	.	.	.
D. pallens	.	.	.	.	.	.	.	+	+
D. pallidiflorus	+	1	.	1	1	.	.	+	.
Echium russicum	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Erophila verna	+	+	.	.	.	1	.	.	.
Eryngium campestre	1	.	1	.	.	1	1	1	.
Erysimum repandum	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Eriosynaphe longifolia	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Euclidium syriacum	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Euphorbia leptocaula	1	+	+	+	+	1	.	.	.
E. seguieriana	1	.	.	.	.	1	.	1	+
E. stepposa	.	.	.	.	.	1	.	.	.
E. virgata	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Falcaria vulgaris	1	+	1	1	1	1	.	+	+
Fallopia convolvulus	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Ferula tatarica	2	1	1	2	1–2	1	.	.	.
Ferulago galbanifera	.	.	.	.	.	.	.	r	.
Filago arvensis	+	.	+	.	+	.	r	.	.
Gagea pusilla	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Galatella villosa	1–2	1–2	1	1	1–2	1	.	.	+
Galium aparine	.	.	.	2	.	.	.	.	.
G. humifusum	.	.	.	1	.	1	.	.	.

G. verum	1	1	1	.	1–2	1	.	1	.
Geranium tuberosum	1	.	.	+	1	.	.	.	.
Goniolimon tataricum	1	.	.	1	.	.	+	.	.
Gypsophila paniculata	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Halimione verrucifera	+	.	.	.	1	+	.	.	.
Haplophyllum villosum	.	.	.	.	.	.	.	.	+
Helichrysum arenarium	.	.	.	.	.	1–2	.	.	.
Herniaria besseri	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Holosteum umbellatum	1	+	+	+	1	1	.	+	+
Hylotelephium stepposum	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Hypericum perforatum	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Inula britannica	.	1	.	.	+	+	.	.	.
I. germanica	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Iris pumila	+	.	+	.	.	.	+	+	r
Jurinea multiflora	.	.	.	.	.	1	1	.	1
J. ewersmannii	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Kochia prostrata	1	.	.	.	.	1	1	.	+
Lactuca serriola	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Lagoseris sancta	.	+	.	1	.	.	+	.	.
Lamium amplexicaule	.	+	+	1	.	.	.	.	.
Lappula patula	1	+	.	+	1	.	.	.	.
Lepidium perfoliatum	.	1	.	.	2	.	.	.	.
L. ruderale	.	.	.	.	1	.	.	.	.
Limonium meyeri	1	.	1	1	1	.	.	.	.
Linaria genistifolia	.	.	.	.	.	+	.	.	.
L. macroura	+	.	.	1	.	1	.	.	.
Linum austriacum	1	1	1	1	.	1	+	+	r
Malabaila graveolens	2	1	1	1	1	.	.	.	.
Malva pusilla	1	+	.	.	1	.	.	.	.
Marrubium praecox	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Melandrium album	1	1	.	.	1	.	.	.	.
Myosotis micrantha	1	+	.	+	1	.	.	.	.
Nepeta ucrainica	+	.	.	.	1	.	.	.	.
Nonea rossica	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Onopordum acanthium	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Ornithogalum kochii	+	.	.	+	.	.	r	r	.
Orobanche caesia	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Otites densiflora	.	.	.	.	.	1	.	.	.
O. wolgensis	+	1	1	1	.	1	.	.	.
Papaver rhoeas	.	.	.	.	.	.	.	.	r
Phlomis pungens	1	.	.	1	1	1	.	.	.
Phlomoides tuberosa	1	r	1	1	1	.	.	.	.
Plantago lanceolata	.	.	1	.	.	1	.	.	.
Podospermum canum	1	+	1	1	1	.	.	.	.
Polygonum aviculare	+	.	.	.	.	.	.	.	.
P. patulum	1	+	.	1	+	1	.	.	.
Potentilla argentea	.	.	.	.	1	.	.	.	.
P. humifusa	.	.	.	.	.	1	.	.	.
P. recta	.	.	.	+	.	1	.	.	.
Prangos odontalgica	1–2	1	.	1	1	.	.	.	.
Psammophiliella muralis	.	+	.	.	r	.	.	.	.
Ranuncus illyricus	+	+	+	+	.	1	.	.	.
R. oxyspermus	+	.	.	+	1	.	+	.	+
Rochelia retorta	1	.	.	.	+	.	r	.	.
Rumex crispus	.	.	1	.	.	.	.	.	.
Salicornia europaea	1	.	.	.	1	.	.	.	.

Salsola soda	1–2	.	.	.	.	.	.	.	.
Salvia aethiopis	1	1	.	.	.	.	.	.	.
S. tesquicola	1	1	1	1	1	1	.	.	+
Scabiosa ucrainica	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Senecio vernalis	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Serratula erucifolia	2–3	1	1	2	2	1	1–2	.	+
Sisymbrium altissimum	.	.	.	.	.	+	.	.	.
S. loeselii	1	.	1	1	.	1	.	.	.
S. polymorphum	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Sonchus arvensis	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Stellaria graminea	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Syrenia siliculosa	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Suaeda confusa	1	.	.	.	1	.	.	.	.
Tanacetum achilleifolium	2	1	1	1	2	1	1	.	+
Taraxacum erythrospermum	+	+	.	.	.	1	.	.	+
Teucrium polium	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Thalictrum minus	.	1	1	1	.	.	.	.	.
Thymelaea passerina	.	.	.	.	.	.	r	.	.
Thesium arvense	.	.	.	.	.	.	.	.	r
Thymus marschallianus	+	1	.	.	.	1	+	.	1
Th. dimorphus	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Tragopogon dubius	1	+	.	1	.	1	.	.	.
Trinia hispida	1	.	.	1	1	.	r	.	.
Tulipa biebersteiniana	.	.	.	+	.	.	.	r	.
T. gesneriana	+	.	.	1	1	.	r	r	r
Turgenia latifolia	1	1	1	.	.	.	.	.	.
Valeriana tuberosa	+	.	.	.	1	.	.	.	.
Verbascum blattaria	.	.	1	.	.	1	.	.	.
V. phoeniceum	+	1	1	1	1	.	.	.	.
Veronica multifida	.	1	.	.	.	.	.	.	+
V. spicata	1	1	.	1	.	.	.	.	.
V. verna	1	+	+	1	1	1	.	+	.
Viola arvensis	.	.	.	.	.	.	r	r	r
Xanthium californicum	.	.	.	.	.	1	.	.	.
X. spinosum	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Итого видов, шт.	103	82	56	73	77	84	37	34	42

Таким образом, степная экосистема Приманычья представлена подзональными дерновиннозлаковыми и опустыненными коренными и длительно производными степными сообществами и их эдафическими вариантами, а также солонцово-солончаковыми комплексами. Морфологические, флористические и фитоценотические особенности сообществ отражают, в том числе, и режим использования травостоя.

На отдельных участках растительный покров трансформирован в результате сильного выпаса. Нежелательные сукцессионные процессы приводят к упрощению ценотического сложения, обеднению флористического состава, резкой комплексности растительного покрова, галофитизации почв и растительности. Дигрессивные степные сообщества характеризуются многочисленностью интерфузивных видов, заметным усилением роли малолетников.

Местами сохранились фитоценозы с участием раритетных растений, представляющие природоохранный интерес. Первостепенное значение для сохранения фито- и ценоразнообразия степных экосистем Приманычья имеет соблюдение оптимального режима хозяйствования.

Список литературы

1. Белоус В.Н. Конспект астрагалов флоры Предкавказья // Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону, 2006. С. 110–113.
2. Белоус В.Н. Природное фиторазнообразие Приманычья и его охрана // История населения и природы окрестностей озера Маныч-Гудило: Материалы регион. науч.-краевед. конф. Дивное, 2013. С. 3–49.
3. Белоус В.Н. Ботанические особенности ландшафтно-экологических систем степного Приманычья // Актуальные вопросы биогеографии: Материалы междунар. конф. СПб. 2018. С. 48–50.
4. Белоус В.Н. Травяные сообщества балки Арзгирской (Предкавказье, Юго-Восточное Приманычье) // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии: Материалы IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Улан-Удэ, 15–18 июня 2021 г.): электронный вариант. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2021. С. 72–75.
5. Белоус В.Н., Лактионов А.П. Новый вид *Astragalus* (Fabaceae) из Северо-Западного Прикаспия // Ботанический журнал. 2009. Т. 94. № 4. С. 572–577.
6. Белоус В.Н., Лактионов А.П. *Astragalus sytinii* V. Belous et A. Laktionov (Fabaceae) – редкий вид Волжского бассейна, нуждающийся в охране // Раритеты флоры Волжского бассейна. Тольятти: Кассандра, 2012. С. 294–296.
7. Белоус В.Н., Федосов В.Н. Очерк природы Приманычья // Экология. Культура. Образование. 2003а. № 10–11. С. 77–78.
8. Белоус В.Н., Федосов В.Н. Очерк природы Приманычья // Экология. Культура. Образование. 2003б. № 12. С. 41–44.

ЛИШАЙНИКИ КАМЫШИНСКОГО РАЙОНА

Веденеев А. М.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования “Волгоградский государственный социально-педагогический университет”, г. Волгоград, Россия

vedvgpu@mail.ru

LISHAYNIKI KAMYSHINSKY DISTRICT

Vedeneev A. M.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volgograd State Social and Pedagogical University", Volgograd, Russia

vedvgpu@mail.ru

Аннотация. Приводятся данные об истории исследования, о видовом составе лихенофлоры Камышинского района Волгоградской области, жизненных формах и экологических группах лишайников, принадлежности видов к географическим элементам и типам ареалов, указаны виды, занесенные в региональную и федеральную красные книги.

Ключевые слова: лихенофлора, экологические группы, жизненные формы, географические элементы, ареологические группы, охраняемые виды.

Abstract. Data on the history of the study, on the species composition of the lichenoflora of the Kamyshinsky district of the Volgograd region, life forms and ecological groups of lichens, the belonging of species to geographical elements and types of ranges are given, the species listed in the regional and federal red books are indicated.

Keywords: lichenoflora, ecological groups, life forms, geographical elements, areological groups, protected species.

Региональные лихенофлористические исследования в России не теряют своей актуальности, так как до сих пор остаются территории, на которых лихенофлора остается до конца не изученной. К таким территориям, к сожалению, относится и Волгоградская область.

Наши исследования проводились на территории Камышинского района Волгоградской области.

Начало изучения лихенобиоты района датируется 1903 годом. В этом году Димо Н. А. собрал 5 видов лишайников на горах Уши близ Камышина, в основном на обломках песчаника и, отчасти, на солонцеватой почве. В том же году Прохоров Н. И. в окр. г. Камышина собрал 12 видов лишайников. Их небольшие коллекции были определены Еленкиным А. А. (Еленкин, 1906-1911). Два вида в 1904 году собрал Палибин И. В. близ ст. Александровская и у с. Караваево (Еленкин, 1906-1911). Следующим шагом в изучении лихенобиоты района стали «Флористические, геоботанические и экологические заметки», выпущенные Келлером Б. А. (Келлер, 1926, 1927). В них он описывает сборы 1926 года в окрестностях села Белые глинки, где им был найден лишайник Circinaria esculenta. Также в 1926 году в окрестностях хутора Парфенов Келлером Б.А. было найдено еще 4 вида: Acarospora schleicheri (до сих пор остается единичной находкой для территории района), Circinaria esculenta, Diploschistes scruposus var. terrestris и Xanthoparmelia camtschadalis. В этом же году из окрестности села Чухонастовка становится известно о новой точке произрастания лишайника Circinaria esculenta.

С 1994 года по настоящее время на территории Камышинского района проводили подробные исследования Веденеев А. М., Заварухина Д. В., Акимова Д. В. (Акимова, 2011, 2012; Андреев, Веденеев, 2001; Веденеев, Акимова, 2013; Веденеев, 1996, 1997, 2001, 2004; Заварухина, Веденеев, 2011; Заварухина, Лазарева, Веденеев, 2011).

Всего обработан материал из 23 пунктов Камышинского района. Сбор лишайников осуществлялся во всех визуально выделяемых экотопах, со всех типов субстрата. Гербарий определялся на кафедре теории и методики биолого-химического образования и ландшафтной архитектуры Волгоградского государственного социально-педагогического университета.

Нами использовались стандартные методы сбора, гербаризации, определения материала. Определение велось по общепринятым методикам с использованием микроскопов МБИ-3, МБС-10, БИОЛАМ Р16. При обработке использовались отечественные и зарубежные определители и сводки (Голубкова, 1966, 1988, 1996, 1998; Домбровская, Шляков, 1967; Мучник, Инсарова, Казакова, 2011; Esslinger, 1995; 1997; Santesson, 1993).

Ниже приведен список пунктов сбора материала, с указанием фамилии сборщика и даты сбора.

1. Окр. с. Белые Глинки (Келлер Б. А.,1926).
2. Окр. с. Бутковка (Николаева И. Н., 16-19.07.92).
3. Окр. с. Веселое (Маслова В. В., 20.05.98).
4. Окр. С. Водно-Буерачное (Акимова Д. В., 25.09.10; 28.05.11).
5. Окр. с. Гуселка (Веденеев А. М., Кулаков В. Г., 01.09.97).
6. Даниловская балка (Николаева И. Н., 03.06.93; Веденеев А. М., 03.07.94; Веденеев А. М., Афанасьева Е., 17-18.07.96).
7. Окр. с. Дворянское, близ р. Иловля (Веденеев А. М., Кулаков В. Г., 01.09.97; Маслова В. В., 13.06.98).
8. Окр. с. Ельшанка (4 км к югу) (Акимова Д. В., 05.05.12).

9. Окр. г. Камышин (Прохоров Н. И., 1903; Акимова Д. В., 06.05.12).

10. Окр. с. Куланинка (Акимова Д. В. 25.09.10).

11. Окр с. Нижняя Добринка (Акимова Д. В. 25.09.10; 28.05.11).

12. Окр. с. Нижняя Добринка (8 км к югу), Ураков бугор (Моников С. Н., 30.06.95; Веденеев А.М., 01.09.98).

13. Окр. с. Лебяжье (Акимова Д. В., 02.10.10).

14. Гора Лоб (Акимова Д. В., 29.05.11).

15. окр. пос. Нагорный (Акимова Д. В., 16.09.12).

16. Окр. х. Панферов, близ с. Таловка (Келлер Б.А., 1926).

17. г. Петров Вал (Акимова Д. В., 07.05.12).

18. Окр. с. Соломатино (Акимова Д. В., 18.09.10).

19. Окр. с. Средняя Камышинка (Акимова Д. В., 28.08.12; 14.09.12).

20. Горы Уши (Димо Н. А., 1903; Келлер Б. А., 1904; Моников С. Н., 03.07.95; Веденеев А. М., Остроушко О. В., Пименова А. С., 05-06.05.96; Акимова Д. В., 06.05.12).

21. Окр. с. Чухонастовка (Келлер Б. А., 1926; Акимова Д. В., 14.07.12).

22. Окр. с. Щербатовка, Щербаковская балка (Николаева И. Н., 19.07.92, 30.05.–05.06.93; Сурагина С., Цыбина С., Графова Т. И, 05.06.93; Кулаков В. Г., 09-17.07.93, 18-22.07.96; Кононова А. В., 11.07.93; Панин Р. А., 16.07.93; Веденеев А. М., 21.06.94; Веденеев А. М., Афанасьева Е., Городничева И. А., 10- 21.07.96).

23. Окр. с. Щербатовка, близ памятника природы “Столбичи”, столбы “Столбичей” (Кулаков В. Г., 12.07.93, 23.07.96; Веденеев А. М., Афанасьева Е., 15.07.96).

В результате проведенных исследований и обработки литературных данных для района исследования выявлено 139 видов из 24 семейств и 55 родов. В списке виды расположены в алфавитном порядке: Acarospora cervina, Acarospora fuscata, Acarospora macrospora, Acarospora schleicheri, Amandinea punctata, Anaptychia ciliaris, Arthonia dispersa, Arthonia patellulata, Arthonia radiata, Aspicilia cinerea, Aspicilia desertorum, Biatora ocelliformis, Bilimbia sabuletorum, Bryoria subcana, Buellia disciformis, Buellia stigmatea, Caloplaca citrina, Caloplaca decipiens, Caloplaca ferruginea, Caloplaca holocarpa, Caloplaca lactea, Caloplaca lobulata, Caloplaca tiroliensis, Candelariella aurella, Cetraria sepincola, Cetraria steppae, Circinaria calcarea, Circinaria contorta, Circinaria esculenta, Circinaria fruticulosa, Circinaria hispida, Cladonia cariosa, Cladonia chlorophaea, Cladonia coniocraea, Cladonia fimbriata, Cladonia foliacea, Cladonia pyxidata, Cladonia rangiformis, Cladonia rei, Cladonia subulata, Collema granulatum, Collema minor, Cyphelium notarisii, Dimerella lutea, Diploschistes muscorum, Diploschistes scruposus, Diplotomma alboatrum, Endocarpon pusillum, Eopyrenula leucoplaca, Evernia divaricata, Evernia mesomorpha, Evernia prunastri, Hypogymnia physodes, Hypogymnia tubulosa, Lecania koerberiana, Lecania prasinoides, Lecanora allophana, Lecanora bicincta, Lecanora dispersa, Lecanora hagenii, Lecanora hypopta, Lecanora muralis, Lecanora phaeostigma, Lecanora rupicola, Lecanora saepimentorum, Lecanora saligna, Lecanora sarcopidoides, Lecanora scrupulosa, Lecanora subintricata, Lecanora symmicta, Lecanora varia, Lecidea athrobrunnea, Lecidea auriculata, Lecidea fuscoatra, Lecidea laboriosa, Lecidea plana, Lecidella anomaloides, Lecidella elaeochroma, Lecidella stygmatea, Lobothallia alphoplaca, Lobothallia radiosa, Melanelixia glabra, Melanelixia subargentifera, Melanelixia subaurifera, Melanohalea exasperata, Melanohalea exasperatula, Melanohalea septentrionalis, Neofuscelia loxodes, Neofuscelia pulla, Neofuscelia ryssolea, Opegrapha rufescens, Oxneria fallax, Parmelia sulcata, Parmelina tiliacea, Parmeliopsis ambigua, Peltigera didactyla, Peltigera rufescens, Phaeophyscia nigricans, Phaeophyscia orbicularis, Physcia adscendens, Physcia aipolia, Physcia dimidiata, Physcia dubia, Physcia stellaris, Physconia detersa, Physconia distorta, Physconia enteroxantha, Pleurosticta acetabulum, Polysporina lapponica, Psora decipiens, Ramalina capitata, Ramalina fraxinea, Ramalina pollinaria, Ramalina

polymorpha, Rhizocarpon geographicum, Rhizoplaca chrysoleuca, Rhizoplaca melanophthalma, Rhizoplaca peltata, Rinodina archaea, Rinodina bischoffii, Rinodina sophodes, Sarcogyne privigna, Sarcogyne regularis, Strangospora moriformis, Toninia athallina, Toninia sedifolia, Tuckermannopsis chlorophylla, Usnea hirta, Usnea subfloridana, Vulpicida pinastri, Xanthoparmelia camtschadalis, Xanthoparmelia conspersa, Xanthoparmelia stenophylla, Xanthoparmelia subdiffluens, Xanthoria candelaria, Xanthoria parietina, Xanthoria polycarpa.

К наиболее крупным семействам относятся Parmeliaceae (31 вид), Lecanoraceae (21 вид), Physciaceae (18 видов), Theloshistaceae (11 видов), Cladoniaceae (9 видов), Acarosporaceae (8 видов) и Hymeneliaceae (8 видов).

К числу ведущих родов относятся Lecanora (15 видов), Cladonia (9 видов), Caloplaca (7 видов), Lecidea (6 видов).

На территории района исследования были встречены лишайники, относящиеся к трем основным жизненным формам. Преобладающей группой оказались накипные лишайники – 74 вида. Группа листоватых лишайников представлена 45 видами. Самой малочисленной группой оказались кустистые лишайники - 19 видов.

В основу выделения географических элементов в лихенобиоте Камышинского района Волгоградской области положен принцип поясности-зональности, принятый А.Н. Окснером (Окснер, 1944, 1946, 1974).

В лихенобиоте Камышинского района выявлены лишайники, относящиеся к 8 географическим элементам: мультизональному, бореальному, неморальному, аридному, арктоальпийскому, гипоарктомонтанному, монтанному, альпийскому.

Ведущее положение принадлежит мультизональному элементу, который включает в себя 45 видов, из которых 32 вида относятся к мультирегиональному типу ареала, 12 к голарктическому и всего один вид к еврафриканскому.

Следом по численности видов следует бореальный географический элемент, который содержит в себе 31 вид, 14 из которых относятся к голарктическому типу ареала, 13 к мультирегиональному, 3 вида к евразиатскому и один вид к европейскому.

Неморальный географический элемент представлен 26 видами лишайников, 12 из которых с мультирегиональным типом ареала, 8 с голарктическим, и по два вида евразоафриканским, евразиатским и европейским.

К аридному географическому элементу относят 22 вида преимущественно с голарктическим и мультирегиональным типами ареалов – по 7 видов, евразиатский типа представлен 4 видами, евразоамериканский двумя, а европейский и евразоафриканский – одним видом.

Арктоальпийский географический элемент представлен меньшим числом видов, относящимся всего к двум типам ареалов: 5 видов к мультирегиональному и один вид к голарктическому.

Гипоарктомонтанный элемент включает в себя 3 вида, два из которых принадлежат голарктическому типу ареала и один евразиатскому.

Монтанный географический элемент также представлен тремя видами, 2 из которых мультирегиональный, а один голарктический.

К альпийскому элементу относят всего два вида лишайников, представленных по одному виду европейским и евразоамериканским типами ареалов.

Для одного вида географический элемент и тип ареала не выяснен.

Самый большое количество видов включает в себя мультирегиональный тип ареала – 71. За ним следуют голарктический – 46 видов и евразиатский – 10 видов. Остальные типы ареалов представлены в меньшей степени: европейский (5 видов), евразоамериканский (3 вида), евразоафриканский (2 вида) и еврафриканский (1 вид).

При анализе распределения видов лишайников по экологическим группам по отношению к субстрату, выделено 6 групп: Эпифитные лишайники – самая многочисленная группа, представлена 48 видами. Эпилитные лишайники представлены 39 видами. К эврисубстратным лишайникам относятся 27 видов. Представителей эпигейных лишайников насчитывается 19 видов. Эпиксильных лишайников 5 видов. Самая малочисленная группа эпибриофитных лишайников представлена всего одним видом.

В составе экологических групп по отношению к влажности доминируют ксерофиты – 60 видов. За ними следуют мезофиты, которые представлены 49 видами. Остальные 30 видов относятся к группе ксерофитно-мезофитных лишайников.

При изучении фитоценотического распределения оказалось, что основная масса видов строго приурочена к степному биотопу – 61 вид. К лесным массивам приурочено 48 видов. Видов, обладающих широкой экологической валентностью, т.е. произрастающих в разных типах изученных биотопов, насчитывается 30.

На территории района исследования выявлено 7 видов лишайников, подлежащих охране на территории Волгоградской области [10]: Circinaria esculenta, Bryoria subcana, Cetraria steppae, Melanohalea septentrionalis, Peltigera rufescens, Ramalina capitata, Tuckermannopsis chlorophylla.

Один вид – Cetraria steppae занесен в Красную книгу России под категорией 2 – вид, сокращающийся в численности.

Список литературы

1. Акимова Д. В. Лихенофлора Камышинского района Волгоградской области // Тезисы докладов XVI региональной конференции молодых исследователей.: сб. науч. материалов. - Напр. 11 «Биология и география» / отв. ред. С. А. Комиссарова; сост. П. А. Сторчилов. – Волгоград: Изд-во ВГСПУ «Перемена», 2011. - С. 25 - 26.
2. Акимова Д. В. К вопросу о лихенобиоте Камышинского района Волгоградской области // Тезисы докладов XVII региональной конференции молодых исследователей.: сб. науч. материалов. - Напр. 11 «Биология и география» / отв. ред. С. А. Комиссарова; сост. П. А. Сторчилов. – Волгоград: Изд-во ВГСПУ «Перемена», 2012. - С. 25 - 26.
3. Андреев М. П., Веденеев А. М. Эпилитные лишайники Волгоградской области // Новости Систематики низших растений. - СПб.: Наука, 2001. -Т. 35. - С. 112 – 120.
4. Веденеев А. М., Акимова Д. В. Аннотированный список лишайников Камышинского района Волгоградской области // Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». № 3(23). Май 2013. – С. 83-93.
5. Веденеев А. М. История изучения и современное состояние флоры лишайников некоторых охраняемых территорий и памятников природы Волгоградской области // Тез. докладов региональной научной конференции “Культурное наследие юга России”. - Волгоград, 1996. - С. 82-84.
6. Веденеев А. М. История изучения и современный состав лихенофлоры Волгоградской области // Тез. 6 молодежной конференции ботаников в Санкт-Петербурге. - Спб.: Бояныч, 1997. - С. 21.
7. Веденеев А. М. Лишайники рекомендуемые к охране на территории Волгоградской области // V региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области. г. Волгоград, 21-24 нояб. 2000 г.: Тез. докл. Напр. 21 “Биология и география”. – Волгоград: Перемена, 2001. – С. 33-35.

8. Веденеев А. М. Аннотированный список лишайников Волгоградской области // Известия ВГПУ. – Волгоград: Перемена, 2004. Серия “Естественные и физико-математические науки”, № 4 (09). – С. 43 – 60.
9. Веденеев А. М. Лишайники, подлежащие охране в Волгоградской области //Доклад о состоянии окружающей среды Волгоградской области в 2003 году. – Волгоград, 2004. – С. 247 - 248.
10. Веденеев А. М. Лишайники / Красная книга Волгоградской области. Книга в двух томах. 2-е изд., перераб. и доп. Т. 2 Растения и другие организмы / под ред. д.б.н., проф. О. Г. Барановой, д.б.н., проф. В. А. Сагалаева. Воронеж: ООО «Издат-Принт», 2017. - С. 212 - 223.
11. Голубкова Н. С. Определитель лишайников СССР. - Л.: Наука, 1966. – 256 с.
12. Голубкова Н. С. Лишайники семейства Acarosporaceae Zahlbr. в СССР. - Л.: Наука, 1988. – 127 с.
13. Домбровская А. В., Шляков Р. Н.. Лишайники и мхи севера европейской части России. Краткий определитель. - Ленинград: Наука, 1967.
14. Еленкин А. А. Флора лишайников Средней России. - Юрьев: тип. К. Маттисена, 1906—1911. - Ч. 1,2,3,4.
15. Заварухина Д. В., Веденеев А. М. Лишайниковый компонент биоты природного парка «Щербаковский» // Изучение и сохранение естественных ландшафтов: сборник статей международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летнему юбилею Волгоградского государственного университета и естественно-географического факультета ВГСПУ (12-15 сентября 2011 г.). – М.: Планета, 2011. – С. 99-102.
16. Заварухина Д. В., Лазарева Д. Д., Веденеев А. М. Лихенофлора природного парка «Щербаковский» // «НАЦИОНАЛЬНОЕ ДОСТОЯНИЕ РОССИИ». V: сб. тез. докл. участников V Всерос. конф. обучающихся. – М. – Непецинно: Изд-во «Ноосфера», 2011. – С. 224 – 225.
17. Заварухина Д. В., Веденеев А. М. Сравнительная характеристика лихенобиоты природных парков «Щербаковский», «Нижнехоперский» и «Цимлянские пески» // XVI региональная конференция молодых исследователей Волгоградской области. Волгоград, 8-11 нояб. 2011 г.: сб. науч. материалов. – Напр. 11 «Биология и география» / отв.ред. С. А. Комиссарова; сост. П. А. Алымов, П. А. Сторчилов. - Волгоград: Изд-во ВГСПУ «Перемена», 2011. – С. 32-33.
18. Келлер Б. А. Флористические, геоботанические и экологические заметки // Зап. Воронежского с/х ин-та. Воронеж, 1926. – Т. V. – С. 23 – 24.
19. Келлер Б. А. Флористические, геоботанические и экологические заметки // Зап. Воронежского с/х ин-та. Воронеж, 1927. – Т. VIII. – С. 157 – 184.
20. Мучник Е. С. Учебный определитель лишайников средней России: учебно-методическое пособие / Е. С. Мучник, И. Д. Инсарова, М. В. Казакова; Ряз. гос. ун-т им. С. А. Есенина. – Рязань, 2011. – 360 с.
21. Окснер А. М. О происхождении ареала биполярных лишайников // Бот. журн., 1944. - Т. 29. - № 6.
22. Окснер А. М. Неморальный элемент в лихенофлоре Советской Арктики // Материалы по истории флоры и растительности СССР. - М.-Л., 1946. - Т. 2.
23. Окснер А. Н. Определитель лишайников СССР. Вып. 2: морфология, систематика и географическое распространение. — Л.: «Наука», 1974. — С. 238—245.
24. Определитель лишайников России / отв. ред. Н. С. Голубкова. - Спб.: Наука, 1996, 1998. Вып. 1,6,7,8,9.

25. Esslinger, T. L. & R. S. Egan. 1995. A sixth checklist of the lichen-forming, lichenicolus, and allied fungi of the continental United States and Canada. The Bryologist 98: 467-549.
26. Esslinger, T.L. 1997. A cumulative checklist for the lichen-forming, lichenicolous and allied fungi of the continental United States and Canada. North Dakota State University (Most Recent Update 14 June 2005), Fargo, North Dakota.
27. Santesson R. The lichens and lichenicolos fungi of Sweden and Norway. Lund., 1993.

ОБ ИНТРОДУКЦИИ *OPUNTIA TORTISPINA* ENGELM. & J.M. BIGELOW В ШОЛОХОВСКОМ РАЙОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Гудзенко Е.О.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
egudzenko@sfedu.ru

ABOUT THE INTRODUCTION OF *OPUNTIA TORTISPINA* ENGELM. & J.M. BIGELOW IN THE SHOLOKHOVSKY DISTRICT OF THE ROSTOV REGION

Gudzenko E.O.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
egudzenko@sfedu.ru

Аннотация. в статье представлены результаты изучения *Opuntia tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow, произрастающей на территории Шолоховского района Ростовской области. Подсчитана общая численность, которая составляет семнадцать экземпляров. Дана характеристика морфологических параметров растений и некоторых биологических особенностей. Установлено, что в климатических условиях района исследования опунция достаточно зимостойка, цветет, плодоносит, успешно размножается вегетативным путем. Обладая высоким адаптационным потенциалом *Opuntia tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow, в случае активного вегетативного и семенного размножения, расселяясь, может перейти в стадию агрессивной натурализации и стать инвазионным растением, способным вытеснить некоторые аборигенные виды и причинить существенный урон животноводству и растениеводству.

Ключевые слова: Ростовская область, опунция, интродукция, инвазия, адаптационный потенциал.

Abstract. the article presents the results of the study of *Opuntia tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow, which grows on the territory of the Sholokhovsky district of the Rostov region. The total number has been calculated, which is seventeen copies. The characteristic of morphological parameters of plants and some biological features is given. It has been established that in the climatic conditions of the study area, prickly pear is quite hardy, blooms, bears fruit, and successfully reproduces vegetatively. Having a high adaptive potential, *Opuntia tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow, in the case of active vegetative and seed reproduction, settling, can go into the stage of aggressive naturalization and become an invasive plant capable of displacing some native species and causing significant damage to livestock and crop production.

Keywords: Rostov region, prickly pear, introduction, invasion, adaptation potential.

В последнее время все больше внимания уделяется вопросам биологических инвазий, которые признаны одним из факторов сокращения видового разнообразия.

Изучением инвазий и интродукцией представителей рода *Opuntia* (Tournef.) Mill. на территории Российской Федерации занимаются научные сотрудники Никитского ботанического сада (Республика Крым), Института биологии южных морей Карадагского

природного заповедника, Южно-Уральского государственного гуманитарно-педагогического университета, Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского и др.

Род *Opuntia* (Tournef.) Mill. относится к семейству *Cactaceae* Juss. и насчитывает около 190 видов. Большинство представителей этого обширного семейства – своеобразные колючие растения, приспособившиеся к жизни в пустынных и малоплодородных плоскогорьях. Кактусы являются эндемичными растениями Америки, а самая богатая страна по числу видов кактусов – Мексика. Суккуленты занимают большие территории с самыми различными почвенно-климатическими условиями. Наименование рода дано по названию греческой местности Опунт (Opunt), куда впервые в Европу были завезены его виды (Агапов, Шакина, 2018).

За пределами естественного природного ареала виды рода *Opuntia* (Tournef.) Mill. в основном выращиваются на индивидуальных приусадебных участках и в коллекциях ботанических садов.

Внедрение опунции в естественные фитоценозы представляет существенную угрозу и для растительных сообществ, и для человека. В первую очередь это угроза сохранения параметров растительного покрова в целом, а также для популяций отдельных редких и охраняемых видов. Распространение опунции может привести к сокращению численности и даже исчезновению ряда аборигенных видов, характерных для этих фитоценозов.

Так, негативный опыт непреднамеренной интродукции опунции был получен на примере Австралии, куда опунция попала в 1787 году, когда один из бразильских переселенцев привез этот кактус. Кактус быстро прижился, начал плодоносить. Живой изгородью бразильца заинтересовались соседи и высаживая отростки опунции на своих участках способствовали ее распространению по континенту. Спустя 150 лет лучшие пастбища страны были самозасеяны опунцией. Сочные зеленые растения охотно поедали коровы и овцы. Однако при этом среди парнокопытных происходил самый настоящий мор. Желудки коров и овец оказались буквально запрессованы колючками опунции, которые разрывали рубец в клочья. При этом большинство пастбищ превратились в непроходимые заросли, кактусы выросли до восьми метров высотой и так переплелись, что миллионы гектаров земли были изъяты из сельхозугодий. Экологическую катастрофу удалось преодолеть только через две сотни лет с помощью бабочки-огневки – естественного врага опунции – привезенной из Южной Америки (https://shkolazhizni.ru/world/articles/28329/).

В Крыму опунции были введены в культуру в начале XIX века Никитским ботаническим садом. В середине XIX века произошла их натурализация. Это была так называемая сознательная интродукция, проводимая садовниками, которая продолжалось более ста лет. После проведения в 1930-1960 гг. Никитским ботаническим садом научно-исследовательских работ по выращиванию и внедрению в практику зеленого строительства различных зимостойких видов опунций в парках многих здравниц и в населенных пунктах Крыма появились интродукционные популяции этих растений (Багрикова, 2013).

До середины двадцатого века одичавшие кактусы обнаруживались в некоторых локальных местах Крыма. Первые сведения об одичании опунций и их спонтанном произрастании в Крыму приводятся в научных работах первой половины XX века (Багрикова, 2013; Багрикова, Резников, 2014). Научно подтверждены факты (Багрикова, 2013; Багрикова, Резников, 2014) существенного увеличения численности некоторых популяций и занимаемой ими площади за последние 20-30 лет, появления новых мест натурализации и активного внедрения этого вида как в антропогенно нарушенные, так и в естественные сообщества. Тем самым они перешли в категорию адвентивных, а в отдельных случаях и инвазионных растений.

В Астраханской области к концу 1830-х годов начала назревать экологическая катастрофа. Растительный покров был практически разрушен. Не сдерживаемые более корнями растений пески пришли в движение, поглощая сельхозугодья и пастбища на своем пути. В 1870-х годах угроза нависла над населенными пунктами.

Первым делом многие участки песчаной пустыни стали охранять от перевыпаса и вырубки немногочисленных деревьев, а спустя несколько лет начались эксперименты по восстановлению растительного покрова на песчаных барханах. В 1904 году на территории нынешнего Харабалинского района начал работу Хошеутовский опорный пункт Российской академии наук. Перед учеными стояла задача предотвратить эрозию почв и озеленить бесплодные земли астраханской полупустыни, так как песчаные заносы на железной дороге приводили в этих местах к крушениям поездов (В Астраханской области цветёт редкий мексиканский кактус (https://a24.press)).

За 13 лет существования пункта его сотрудниками была проделана огромная экспериментальная работа по акклиматизации множества пескозакрепляющих видов из разных уголков Земли. В числе многочисленных интродуцентов оказалась Opuntia tortispina Engelm. & J.M. Bigelow, Родина которого центральные области США, от Нью-Мексико до Вайоминга. Данный вид привычный и к морозам, и к летней жаре. Рогатый скот все время норовил попробовать колючий деликатес. В результате – травмы пищевода и ротовой полости, зачастую приводившие к гибели животного. Опунцию начали выжигать. К 90-м годам прошлого века над видом нависла угроза исчезновения с территории области. Для его сохранения выделить небольшой участок песчаной пустыни, придав ему статус особо охраняемой природной территории. Так в 1995 году появился памятник природы «Урочище Кордон» в Харабалинском районе. Помимо этого, Opuntia tortispina Engelm. & J.M. Bigelow была высажена на территории природного заказника «Пески Берли» и в песках Бакшан (Записки астраханского натуралиста. История кактусов на Нижней Волге (https://punkt-a.info)).

Эксперимент по выращиванию зимостойких кактусов в настоящее время проводит НИИ Ботанический сад ННГУ, который находится в Нижнем Новгороде. При этом в укрытии опунция не нуждается в данных климатических условиях. В коллекции Ботанического сада ННГУ есть несколько видов зимующих опунций: опунция ломкая (Opuntia fragilis), о. многоколючковая (Op. polyacantha), о. розовоцветковая (Op. rhodantha), о. скрученноиглая (Op. tortispina), о. распростёртая (Op. humifusa), о. красноватая (Op. rutilla), о. толстостебельная (Op. phaeacantha v. camanchica), а также и гибриды: Op. fragilis x macrocentra, Op. fragilis x macrocentra cv. "Pony", Op. fragilis x polyacantha (https://sadovymir.ru/article/?ELEMENT_ID=5933&SECTION_ID=175).

Виды рода Opuntia (Tourn.) Mill., среди других представителей семейства Cactaceae Juss., являются наиболее интересными объектами для интродукции в степной зоне умеренного пояса, так как обладают большой резистентностью к изменению почвенно-климатических условий, которыми неизбежно сопровождаются интродукционные испытания.

По литературным данным, более 40 видов могут произрастать в умеренной зоне без укрытия. Многие виды способны переносить экстремальные условия с резкими температурными колебаниями в течение года, а также жесткие засухи до 3-4 лет подряд, так как в совершенстве приспособились накапливать и удерживать влагу. Несмотря на высокую устойчивость к высоким и низким температурам, в степной зоне существует лимитирующий фактор, ограничивающий культивирование многих видов опунций – провокационные оттепели в зимний период, снижающие порог устойчивости и часто приводящие к гибели растений (Пирко, 2017).

При этом большинство представителей рода засухоустойчивые, малотребовательные к почве, переносят понижение температуры. Опунции встречаются в крайне экстремальных условиях с резкими температурными колебаниями (от +50 до -40 С) благодаря большой экологической пластичности, так как лучше других суккулентов приспособлены к суровым зимам, поскольку перед наступлением холодов сами обезвоживаются. С наступлением весеннего тепла опунции заново набирают тургор и уже к началу лета готовы к цветению. В связи с этим виды рода Opuntia (Tournef.) Mill. являются наиболее интересным объектом для интродукции в различных климатических зонах, так как обладают большой устойчивостью к изменению в новых экологических условиях (Агапов, Шакина, 2018).

Весной 2013 года на территории бугристых песков в районе аэропорта «Вешенский» в Шолоховском районе Ростовской области были высажены экземпляры *Opuntia tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow, привезенные из Астраханской области, где они ранее натурализовались.

Климатические условия района исследования можно характеризовать так: жаркое и сухое лето, суровая малоснежная зима, короткая весна, недостаточное количество осадков, особенно в вегетационный период. Рельеф сложный – представлен 12 песчаными буграми, средняя крутизна склонов которых составляет 18-20˚С. Почвы песчаные, сухие, состоят из обнаженного подпочвенного песка. По физическим свойствам – это светлый и светло-желтый не перевеянный, плотный, безгумусный песок. Глубина залегания грунтовых вод в котловинах выдувания колеблется от 3 м до 4 м, по буграм составляет 7-8 м (Турчин и др., 2016).

Среднее годовое количество осадков составляет 466 мм, в том числе в вегетационный период – 218 мм. Абсолютный максимум температуры воздуха наблюдается в июле-августе (до 41,6°С), абсолютный минимум – в январе-феврале (до – 36,6°С). Относительная влажность воздуха составляет 72,8%. Преобладают ветры юго-восточного направления. Песчаные почвы характеризуются очень слабо гумусированным горизонтом, переходящим в чистый безгумусный древнеаллювиальный песок. Лесорастительные условия лесокультурной площадки – сухой бор (А) (Турчин и др., 2017).

С 2019 по 2021 год были выполнены исследования интродуцированных экземпляров *Opuntia tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow. (рис. 1).

В ходе работы определялась площадь локалитета, количество куртин, характер возобновления и плодоношения, топографические и орографические условия района исследования, общее проективное покрытие растительности и исследуемых экземпляров *Opuntia tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow.

Для оценки адаптационной способности и прогнозирования успешности интродукции изучали морфологические параметры и биоэкологические характеристики, а также особенности сезонного и онтогенетического развития. Исследования проводили с использованием общепринятых методик. Результаты представлены в таблице 2.

Рисунок 1. *Opuntia tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow. в Шолоховском районе Ростовской области

Таблица 1 – Биотопические характеристики *Opuntia tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow на территории Шолоховского района Ростовской области

Площадь локалитета, м2	Количество куртин в локалитете, шт.	Характер возобновления	Характеристика плодоношения	Высота над уровнем моря, м	Почвы	Общее проективное покрытие растительности / проективное покрытие опунции,%	Современные антропогенные воздействия
12	17	вегетативное	н-о	71	песчаные	23-82/10-32	рекреация

Примечание: н – единичные плоды на растении, с – среднее (1-3 плода на сегменте), обильное (5-12 плодов).

Таблица 2 – Средние биологические характеристики *Opuntia tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow на территории Шолоховского района Ростовской области

Год	Сроки цветения	Сроки плодоношения	Диаметр куртины, см	Длина сегментов, см	Ширина сегментов, см	Длина плодов, см	Ширина плодов, см	Кол-во семян, шт.
2019	июнь	октябрь	20,7	4,7	4,1	4,7	1,5	42
2020	конец мая-начало июня	конец сентября-начало октября	21,3	4,9	4,3	4,7	1,7	38
2021	конец мая-начало июня	конец сентября-начало октября	23	5,4	4,6	4,8	1,9	47

В результате проведенных исследований установлено, что *Opuntia tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow произрастает среди видов естественной флоры, представленной: *Achillea micrantha* Willd., *Bromus squarrosus* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, *Koeleria sabuletorum* (Domin) Klokov, *Phleum phleoides* (L.) Karst., *Poa angustifolia* L., *Thymus pallasianus* H. Br. и др. и занимает площадь около 12 м^2.

В условиях северо-востока Ростовской области опунция низкорослa, имеет мясистые круглые стебли уплощенной формы, которые ветвятся и образуют куртины диаметром до 1,2 метров. Растения покрыты длинными колючками от 7 до 12 см – кладодиями, а также мельчайшими специфическими колючками с крохотными крючковидными выростами на концах – глохидиями. Начало вегетации приходится на вторую-третью декаду апреля. Цветут растения в конце мая – начале июня. В бутоне до десяти крупных желтых цветков, распускающихся по очереди день за днем в течение нескольких дней. Цветок живет один день.

Размеры плодов варьируют у разных экземпляров и по годам. Так, в 2021 году они составляли от 3,8 до 5,5 см в длину (в среднем – 4,8 см), от 1,5 до 2,1 см в ширину (в среднем – 1,9). Плоды в основном грушевидной формы. Окраска плодов – темно-красно-бордовая; мякоть бордово-пурпурного цвета. Плоды относительно мягкие, сочные, слегка волокнистые, сладковатые, приятные на вкус, с легким привкусом цветочных духов.

На одном сегменте может располагаться от 1 до 8 плодов, в среднем – 4-5 шт. В каждом плоде содержится от 22 до 74 семян (в среднем 47 шт. – 2021 год), достаточно редко отмечаются плоды с минимальным (22 шт.) количеством семян. Семена соломенно-светло-серого цвета, мелкие, 2,0-3,2 мм в диаметре, 1-1,5 мм толщиной. Плоды созревают с конца сентября по конец октября в зависимости от климатических условий года. Массовое созревание плодов приходится на третью декаду сентября – вторую декаду октября. Все обследованные экземпляры достаточно зимостойки и в целом хорошо переносят климатические условия Шолоховского района Ростовской области.

В зимний период у опунции наблюдается обезвоживание побегов и потеря тургора. При этом побеги значительно теряют свой объем, сморщиваются и полегают. В таком состоянии растения находятся до стабильного повышения среднесуточных температур выше + 10°С. В этот период процессы роста и развития возобновляются, растения активно поглощают воду, тургор восстанавливается, молодые побеги приподнимаются.

По результатам исследования можно сделать вывод, что *Opuntia tortispina* Engelm. & J.M. Bigelow на данном этапе интродукции является экзотом, способным к самостоятельном расселению вегетативным путем. Однако, в случае появления семенного размножения и активного расселения, может перейти в стадию натурализации, превратившись в инвазионный вид, как это произошло в Астраханской области, Крыму и Австралии, способный вытеснить некоторые аборигенные растения и причинить существенный урон животноводству и растениеводству Шолоховского района, в связи с чем, необходимо осуществлять регулярный мониторинг состояния и репродуктивной активности опунции в климатических условиях Ростовской области.

Список литературы

1. Агапов А.И., Шакина Т.Н. Интродукция некоторых видов из рода Opuntia (Tourn.) Mill. В Челябинской области // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2018. № 17. С. 449-451.
2. Сетевая ссылка: https://shkolazhizni.ru/world/articles/28329/
3. Багрикова Н.А. Структурный анализ адвентивной фракции флоры Крымского полуострова (Украина) // Укр. ботан. журн. 2013. Т. 70. № 4. С. 489-507.
4. Багрикова Н.А., Резников О.Н. Адвентивные растения в природном заповеднике «Мыс Мартьян»: история и перспективы их дальнейшего изучения // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». 2014. Вып. 5. С. 48-87.
5. Сетевая ссылка: https://a24.press
6. . Сетевая ссылка: https://punkt-a.info
7. Сетевая ссылка: https://sadovymir.ru/article/?ELEMENT_ID=5933&SECTION_ID=175
8. Пирко И.Ф. Зимостойкие опунции в Донецком ботаническом саду // Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры: материалы всероссийской науч.-практ. конф. с междун. участием (25-28 сентября 2017 г., Симферополь). Симферополь. 2017. С. 137-142.
9. Турчин Т.Я., Гудзенко Е.О., Турчина О.Г. Создание уникального лесного массива как способ увеличения биоразнообразия в степной зоне юга России // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия Кавказа. Сухум. 2016. С. 455-459.
10. Турчин Т.Я., Гудзенко Е.О., Турчина О.Г. Сухарева М.Н. Создание эколого-литературного лесопарка «Жемчужина Евразии» на родине М.А. Шолохова // Проблемы природоохранной организации ландшафтов: материалы межд. науч.-практ. конф. / Новочерк. инж.-мелиор. ин-т Донской ГАУ; Ред. кол.: И.В. Гурина (отв. ред.) [и др.]. Новочеркасск. 2017. С. 398.

ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Дегтярёв Н.И.[1,2], Ивлев К.С.[3]
[1]Центрально-Черноземный государственный природный биосферный заповедник имени проф. В.В. Алехина
[2]Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования «Центр детского творчества» г. Железногорска; dni_catipo@mail.ru
[3]Воронежский государственный университет; kostyaivlev03@mail.ru

PROTECTED PLANT SPECIES OF THE KURSK REGION

Degtyarev N.I.[1,2], Ivlev K.S.[3]
[1]Central Chernozem State Natural Biosphere Reserve named after Prof. V.V. Alyokhin
[2]Municipal budgetary institution of additional education "Children's Creativity Center" of Zheleznogorsk; dni_catipo@mail.ru
3Voronezh State University; kostyaivlev03@mail.ru

Аннотация. Было обнаружено 15 видов растений занесённых в региональную Красную книгу (Красна книга, 2017) на территории Горшеченского, Дмитриевского, Железногорского районов и города Железногорска Курской области.

Ключевые слова: флора, красная книга, Курская область, охраняемые виды.

Abstract. 15 plant species were found listed in the regional Red Book (Red Book, 2017) on the territory of Gorshechensky, Dmitrievsky, Zheleznogorsk districts and the city of Zheleznogorsk, Kursk region.

Keywords: flora, red Book, Kursk region, protected species.

Представляем кадастр местонахождений редких и исчезающих видов сосудистых растений в Железногорском районе Курской области по материалам Гербария муниципального бюджетного учреждения дополнительного образования «Центр детского творчества» г. Железногорска (ЖСН) и личных наблюдений авторов. Цитируются местонахождения редких видов в Железногорском, Дмитриевском и Горшеченском районах Курской области.

Виды размещены по алфавиту их латинских названий. Принятые сокращения: г. – год, д. – деревня, МГОК – Михайловский горно-обогатительный комбинат, оз. – озеро, окр. – окрестности, пос. – посёлок, р. – река, р-н – район, с. – село, ур. – урочище, уч. – участок, экз. – экземпляр (особь). Авторы гербарных сборов и наблюдений: НД – Н.И. Дегтярёв, КИ – К.С. Ивлев.

***Adonis vernalis* L. – Адонис весенний**. 1) Горшеченский р-н, окр. с. Кунье, балка южнее села, восточный склон, 16 экз., НД, 12.04.2021; 2) там же, 51 экз., НД, 13.04.2021; 3) там же, 2 экз., НД, 25.05.2021.

***Alyssum gmelinii* Jord. – Бурачок Гмелина**. 1) Горшеченский р-н, окр. с. Кунье, балка южнее села, восточный склон, НД, 3 экз. НД, 13.04.2021; 2) там же, 12 экз., НД, 13.04.2021.

***Androsace koso-poljanskii* Ovcz. – Проломник Козо-Полянского**. 1) Горшеченский р-н, окр. с. Кунье, балка южнее села, восточный склон, НД, 3 экз., 12.04.2021; 2) там же, 3 экз., НД, 13.04.2021; 3) там же, 3 экз., НД, 25.05.2021.

***Cardamine quinquefolia* (M. Bieb.) Schmalh. – Зубянка пятилистная**. 1) Г. Железногорск, ур. Устье-Воронка, парк имени Никитина, у дороги в смешанном лесу, КИ, 5 экз., 19.05.2021; 2) Железногорский р-н, окр. пос. Золотой, МГОК, отвал №5, юго-западнее оз. Утиное, НД, 4 экз., 14.06.2021.

***Carex humilis* Leyss. – Осока низкая**. 1) Горшеченский р-н, окр. с. Кунье, балка южнее села, восточный склон, НД, 6 экз., НД, 12.04.2021; 2) там же, 5 экз., НД, 13.04.2021; 3) там же, 1 экз., НД, 25.05.2021.

***Chimaphila umbellata* (L.) W.P.C. Barton – Зимолюбка зонтичная**. 1) Железногорский р-н, окр. пос. Золотой, МГОК, отвал №5, юго-западнее оз. Утиное, НД, 4 экз., 14.06.2021; 2) там же, западнее оз. Утиное, НД, свыше 50 экз., 09.10.2021.

***Dactylorhiza baltica* (Klinge) Orlova. – Пальчатокоренник балтийский**. 1) Железногорский р-н, отвал МГОКа №5, северо-восточная часть, у болота, КИ, 04.07.2021.

***Epipactis palustris* L. – Дремлик болотный**. 1) Железногорский р-н, отвал МГОКа №5, северо-восточная часть, у болота, 8 экз., КИ, 04.07.2021.

***Gentiana cruciata* L. – Горечавка крестовидная**. 1) Горшеченский р-н, окр. с. Кунье, балка южнее села, восточный склон, НД, 10 экз., 12.04.2021.

***Helianthemum nummularium* (L.) Mill. – Солнцецвет монетолистный**. 1) Горшеченский р-н, окр. с. Кунье, балка южнее села, восточный склон, НД, 1 экз., 25.05.2021.

***Listera ovata* (L.) R. Br. – Тайник яйцевидный**. Железногорский р-н, отвал МГОКа №5, у Голубой Лагуны, КИ, 06.06.2021.

***Neottia nidus-avis* (L.) Rich. – Гнездовка настоящая**. 1) Г. Железногорск, у водослива, правый б. руч. Погарщина, заболоченный участок, КИ, 2 экз., 23.03.2021; 2) там же, ур. Устье-Воронка, парк им. Никитина, у дороги в смешанном лесу, КИ, 11.04.2021.

***Psephellus sumensis* (Kalen.) Greuter – Псефеллюс сумской**. 1) Горшеченский р-н, окр. с. Кунье, балка южнее села, восточный склон, НД, 6 экз., 25.05.2021.

***Pulsatilla patens* (L.) Mill. – Прострел раскрытый**. 1) Горшеченский р-н, окр. с. Кунье, балка южнее села, восточный склон, НД, свыше 2 экз., НД, 12.04.2021; 2) там же, свыше 140 экз., НД, 13.04.2021.

***Rosa rubiginosa* L. – Шиповник Красно-Бурый**. 1) Дмитриевский р-н, южная часть балки Гримовня, у оврага, КИ, 02.01.2021; 2) там же, рядом с меловым карьером, у болота Колганка, КИ, 08.01.2021.

Авторы выражают благодарность за помощь в определении видов старшему научному сотруднику Центрально-Черноземного государственного природного биосферного заповедника имени проф. В.В. Алехина Золотухину Н.И., ведущему научному сотруднику МГУ имени М.В. Ломоносова, доктору биологических наук Серёгину А.П. и аспиранту кафедры экологии и географии растений биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова Бочкову Д.А.

Список литературы

1. Дегтярёв Н.И., Золотухин Н.И., Золотухина И.Б., Полуянов А.В., Скляр Е.А. Орхидные (Orchidaceae Juss.) на территории Михайловского горно-обогатительного комбината и его ближайших окрестностей (Курская область) // Флора и растительность Центрального Черноземья – 2018: матер. межрегион. науч. конф. (г. Курск, 21 апреля 2018 г.). Курск: Мечта, 2018. С. 80–84.
2. Красная книга Курской области. Т. 2. Редкие и исчезающие виды растений и грибов / Отв. ред. Н.И. Золотухин. Тула, 2001. 168 с.
3. Красная книга Курской области: редкие и исчезающие виды животных, растений и грибов / Департамент эколог. безопасности и природопользования Курск. обл. Калининград; Курск: ИД РОСТ-ДОАФК, 2017. 380 с.

4. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Министерство природных ресурсов и экологии РФ и др.; Гл. редколл.: Ю.П. Трутнев и др.; Составители: Р.В. Камелин и др. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

FESTUCA RUPICOLA HEUFF. НА КРАСНОПАРТИЗАНСКОМ УЧАСТКЕ ЗАПОВЕДНИКА «РОСТОВСКИЙ»

Дёмина О.Н.[1], Рогаль Л.Л.[2]
[1] Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева, г. Карачаевск, Россия
[2] Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия ondemina@yandex.ru, llrogal@sfedu.ru

FESTUCA RUPICOLA HEUFF. AT THE KRASNOPARTISANSKY SITE OF THE RESERVE «ROSTOVSKY»

Demina O.N.[1], Rogal L.L[2]
1 Karachay-Cherkess State University named after U.D. Aliyev, Karachaevsk, Russia
2 Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
ondemina@yandex.ru, llrogal@sfedu.ru

Аннотация. В последние годы была проведена реинвентаризация флоры трёх кластерных участков (Островного, Стариковского и Краснопартизанского) Государственного природного биосферного заповедника «Ростовский». В результате было установлено, что в настоящее время флора Стариковского участка насчитывает 312 видов высших сосудистых растений, Островного – 273 вида, Краснопартизанского – 285 видов. Растительность заповедника «Ростовский» изучена в меньшей степени, в связи с чем проводились геоботанические исследования на Краснопартизанском участке и определялась ценозообразующая роль *Festuca rupicola* Heuff. – одного из доминантов долинных степей заповедника.

Ключевые слова: Государственный природный биосферный заповедник «Ростовский», Краснопартизанский участок, флора, растительность, *Festuca rupicola* Heuff.

Abstract. The flora of three cluster sites (Ostrovnoy, Starikovsky and Krasnopartizansky) of the State Natural Biosphere Reserve «Rostovsky» has been re-inventoried in recent years. It was found that at present the flora of the Starikovsky section has 312 species of higher vascular plants, Ostrovnoy – 273 species, Krasnopartizansky – 285 species. The vegetation of the reserve «Rostovsky» is studied to a lesser extent, in connection with which geobotanical research was carried out at the Krasnopartizansky site and determined the pricing role of *Festuca rupicola* Heuff. – one of the dominant species of the valley's steppes of the reserve.

Keywords: State Natural Biosphere Reserve «Rostovsky», Krasnopartizansky site, flora, vegetation, *Festuca rupicola* Heuff.

В последние годы была проведена реинвентаризация флоры трёх кластерных участков (Островного, Стариковского и Краснопартизанского) Государственного природного биосферного заповедника «Ростовский». В результате было установлено, что в настоящее время флора Стариковского участка насчитывает 312 видов высших сосудистых растений, Островного – 273 вида, Краснопартизанского – 285 видов (Дёмина, Рогаль, 2012, 2020 2022).

Растительность этих участков изучена в меньшей степени, по этой теме имеются лишь единичные публикации (Федяева и др., 2006; Дёмина и др., 2019). Определено, что в заповеднике представлены в основном гемигалофитные сообщества растительности на второй надпойменной террасе древней долины Западного Маныча. Проблема мониторинга растительности заповедника «Ростовский» остаётся очень актуальной.

В данном сообщении рассматриваются особенности распространения *Festuca rupicola* Heuff. на Краснопартизанском участке (табл. 1), главной из которых является то, что наряду с высокой ценозообразуюшей ролью высока её встречаемость. Отмечено при этом, что *Festuca valesiaca* Gaudin s. str. в составе исследуемых сообществ представлена значительно реже, чем *Festuca rupicola*, а *Festuca pseudovina* Hack. ex Wiesb. вообще отсутствует. Происходит замещение восточнономадийского *Festuca pseudovina* на западнономадийский вид *Festuca rupicola* (Клеопов, 1990), который приурочен к долинным степям Западного Маныча. В этом проявляется ботанико-географическая специфика и эдафическая обусловленность выделяемых единиц растительности, и раскрываются закономерности формирования степных сообществ и их распределения в пределах Ростовской области.

Таблица 1. Геоботанические описания на Краснопартизанском участке

KP2021	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Elytrigia elongata	2										
Phlomis pungens	4			3		2	1		+	1	
Polygonum neglectum	2	+	+					+	+		
Crepis tectorum	1	25	20	3	1	1	1	1	5	2	1
Descurainia sophia	1					1		1	3	1	+
Artemisia austriaca	10		2	1	3	2	15		10	10	
Carduus hamulosus	+										
Carduus acanthoides	+										
Poa bulbosa	25	10	10	30	20	20	25	10	3	5	3
Capsella bursa-pastoris	10										
Chaerophyllum prescottii	+										+
Bromopsis inermis	2										
Thlaspi arvense	+										
Lagoseris sancta	5	2	10	3	1	1	1	1	5	3	1
Lactuca serriola	3			+	+	+			+		+
Elytrigia pseudocaesia	20			+	8	3	10	15	1	2	
Elytrigia repens	5										
Cruciata pedemontana	1	+	4	25	3	20	3			1	+
Buglossoides arvensis	+										+
Atriplex sp.	+		+	+			+	1			
Asperugo procumbens	+										
Galium ruthenicum	+	2			15	5	15		+	10	
Carex stenophylla	5						2	1			
Veronica verna	1	+	2	1	+	1			6		1
Ranunculus illyricus	5		5		+		10	1	2	10	+
Tripleurospermum perforatum	+										
Festuca rupicola	30	1	30	20	20	25	15	20	25	25	20

KP2021	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Festuca valesiaca	5	5		15		10	10	15	5	10	5
Ventenata dubia		30	1		+	+	1	+	1		+
Leymus ramosus		15	4		+			1			
Bromus squarrosus		3		+	+			1	+		+
Prangos odontalgica		10			1	2	1				
Artemisia santonica		20	25		3	3	10	30	8	10	+
Limonium sareptanum		20	10			1	1	1	+	1	2
Cerastium syvaschicum		15	2	30	5	1	1	1	2	2	1
Polycnemum arvense		3	+		+				+		
Arenaria serpyllifolia		1		10		1					+
Lepidium perfoliatum		10	10	5	+	+		5	1	2	
Psammophiliella muralis		+	+				1		+	+	
Veronica arvensis		+		1			1	1		1	1
Tulipa gesneriana		2	2		+		1		+	1	
Bellevalia sarmatica		1	+		1	1	1		1	+	1
Ferula caspica		+						+	+		1
Falcaria vulgaris		3	3	1		2	2	+	1	2	1
Consolida paniculata		1		+				1	2	+	1
Trifolium arvense		+	15	5	20	10	15	1	20	25	5
Petrosimonia triandra		+						+			
Salvia aethiopis		+							1		
Tulipa biebersteiniana		+	+					+			
Pastinaca clausii		+						4	3		5
Myosotis micrantha		1	3	5	+	1	1	1	2	1	1
Filago arvensis		+	+								+
Galium spurium		+		3		3			2		1
Stipa ucrainica			20	1	1	3	7		4	3	10
Agropyron pectinatum			3	2	1	1	2	2		+	+
Apera spica-venti			1								
Koeleria cristata			1	4	1	2	2	+	8	10	6
Vicia villosa			20	40	1						
Salvia tesquicola			2	35	1	3					+
Potentilla impolita			1	+							
Sisymbrium altissimum			+	2	+		1	1	2	1	2
Linum austriacum			+		+			+	+		+
Holosteum umbellatum			1	+		1	1		2	1	+
Valerianella carinata			+		+						
Medicago minima			+								
Achillea setacea			+								
Eryngium campestre			+		+		+	+	1	+	+
Stipa lessingiana				3	1	2	2	+	20	4	20
Stipa capillata				+	+	1					
Agropyron desertorum				+	1	1	1		1	2	2
Aegilops cylindrica				1							

KP2021	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Trifolium diffusum				8	+	2				1	1
Vicia tetrasperma				+							2
Euphorbia leptocaula				+	+						
Tragopogon dubius				+					+		
Carduus uncinatus				+	+		+	1	1	1	
Verbascum phoeniceum				1	+	+	1		3	2	+
Cuscuta sp.				+							
Tanacetum achilleifolium					12	15			3	3	15
Serratula erucifolia					+	5		1	3	1	2
Galatella villosa					1	2				1	4
Allium paczoskianum					+			+	+	+	1
Dianthus pallens					+				+		+
Achillea nobilis					1						
Ornithogalum kochii					+						
Ambrosia artemisiifolia					+						
Anthemis ruthenica						1					
Senecio noeanus						+					
Lamium paczoskianum						+			+		+
Phlomoides puberula						+					+
Silene wolgensis						+		+			+
Erophila verna						1	1		2	1	
Goniolimon tataricum						+					
Euphorbia seguieriana							+		1	1	
Puccinellia distans								+			
Amoria retusa								+			
Camphorosma monspeliaca								+			
Bassia sedoides								+			
Atriplex tatarica								+			
Myosurus minimus								+			
Anisantha tectorum									1		
Lappula squarrosa									+		
Tragopogon dasyrhynchus									1	+	
Linaria ruthenica									+		+
Arabidopsis thaliana									+		
Allium sp.										+	
Astragalus reduncus											2
Astragalus testiculatus											+
Ornithogalum fischerianum											1
Iris pumila											2
Trigonella monspeliaca											+
Thymelaea passerina											+

Список литературы

5. Дёмина О.Н., Рогаль Л.Л. Реинвентаризация флоры Островного участка Государственного природного заповедника «Ростовский» // Биоразнообразие долины Западного Маныча: Труды Государственного природного биосферного заповедника «Ростовский». Вып. 5. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2012. С. 15–44.
6. Дёмина О.Н., Рогаль Л.Л. Реинвентаризация флоры Стариковского участка заповедника «Ростовский» // Живые и биокосные системы. 2020. № 33; URL: https://jbks.ru/archive/issue-33/article-4.
7. Дёмина О.Н., Рогаль Л.Л., Абачараева М.А. О ценности Стариковского участка Государственного природного биосферного заповедника «Ростовский» // Вопросы степеведения. Оренбург, 2019. № XV. С. 95–99.
8. Дёмина О.Н., Рогаль Л.Л. Реинвентаризация флоры Краснопартизанского кластерного участка заповедника «Ростовский» // Живые и биокосные системы. 2022. № 39; URL: https://jbks.ru/archive/issue-39/article-4.
9. Клеопов Ю.Д. Анализ флоры широколиственных лесов европейской части СССР. Киев: Наукова думка, 1990. 352 с.
10. Федяева В.В., Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н. Растительный покров Краснопартизанского участка Государственного природного заповедника «Ростовский» // Материалы международной научно-практической конференции «Сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий международного значения». Пролетарск, 2006 г. С. 86–95.

АРЕАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕДКИХ ВИДОВ ТЕЛЛЕРМАНОВСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА

Завидовская Т.С.
Борисоглебский филиал Воронежского государственного университета,
г. Борисоглебск, Россия
z*ts.ok@mail.ru*

AREALOGICAL ANALYSIS OF RARE SPECIES OF THE TELLERMAN FORESTED AREA

Zavidovskaya T. S.
Borisoglebsk Branch of Voronezh State University,
Borisoglebsk, Russia
e-mail: zts.ok@mail.ru

Аннотация. Уникальное расположение Теллермановского лесного массива на границе двух климатических зон – лесостепной и степной – находит отражение в видовом составе его флоры. На территории Теллермановского массива зарегистрировано свыше 30 редких и нуждающихся в охране видов растений. Анализ ареала рассматривается как один из методов выявления факторов, определяющих редкость вида в данном регионе. Изучение географического распространения видов, занесенных в региональную Красную книгу, позволило установить три группы: растения, находящиеся близ южной границы ареала; растения, находящиеся близ северной границы ареала; растения, для которых местонахождения на территории Теллермановского массива входят в центральную часть ареала. Показана взаимосвязь расположения локальной популяции в периферической части ареала с особенностями фитоценотической приуроченности и редкости вида.

Ключевые слова: Теллермановский лесной массив, редкие и охраняемые виды растений, ареал, экология.

Abstract. The unique location of the Tellerman forested area on the border of two climatic regions – forest-steppe and steppe ones – impacts on the species composition of its flora. Over 30 rare and protected plant species have been registered in the territory of the Tellerman forested massif. Range analysis is considered to be one of the methods for detecting factors that determine the rarity of the species in the given region. The study of the geographical distribution of species included in the regional Red Book made it possible to establish three groups: plants located near the southern border of the range; plants located near the northern border of the range; plants whose location in the territory of the Tellerman forested massif belongs to the central part of the range. The article deals with identifying linkages between the location of the place-based population in the peripheral part of the range and the peculiarities of the phytocenotic confinement and rarity of the species.

Key words: the Tellerman forested area, rare and protected plant species, range, ecology.

Распространение широколиственных нагорных дубрав на юго-восток Европейской части России лимитируется нарастанием континентальности климата. Граница лесостепной зоны проходит по крупным массивам с атмосферным водным питанием по изолинии гидротермического коэффициента ≈1. Южнее, в степной зоне, площади дубрав резко сокращаются. Дубравы сохраняют за собой локальное положение, приурочены к речным долинам и балкам. Своим присутствием здесь они обязаны повышенному увлажнению почв, доступности грунтовых вод, мощным тяжело-суглинистым солонцеватым почвам, способным длительно удерживать влагу. В таких условиях меняется видовой состав. Из подлеска степных дубрав исчезает лещина, ее замещают степные кустарники. Травяной покров также приобретает специфические черты. Таким образом, нагорные дубравы лесостепи отличаются особым составом и экотопическими условиями.

Теллермановский лесной массив занимает территорию в центре европейской части Российской Федерации, на северо-востоке Воронежской области. Он расположен на границе двух климатических районов, относящихся к разным климатическим зонам: восточного района лесостепной зоны и северного района степной зоны (рис. 1). Граница между ними проходит по линии Таловая – Борисоглебск. Она соответствует значению изолинии 1,0 гидротермического коэффициента увлажнения. В соответствии с ботанико-географическим районированием европейской части нашей страны, территория относится к Аннинскому району снытевых дубрав лесостепного комплекса и перистоковыльно-типчаково-разнотравных степей Восточноевропейской лесостепной провинции Евразиатской степной области. Характерная особенность региона – чередование островных лесных массивов и травянистых сообществ.

Уникальное расположение Теллермановского лесного массива на границе двух климатических зон – лесостепной и степной – находит отражение в видовом составе его флоры. Она насчитывает свыше 650 видов сосудистых растений (Завидовская, 2011). Среди них около 30 редких и нуждающихся в охране видов. При их изучение возникает проблема выявления причин, определивших необходимость охранного статуса.

Исследователи растительного покрова региона начала XX века отмечают как типичные и имеющие массовое распространение в соответствующих местообитаниях следующие виды, которые теперь являются редкими или полностью исчезли из состава флоры: *Amygdalus nana, Bulbocodium versicolor, Adonis vernalis, Tulipa biebersteiniana, Stipa pennata, S. capillata, Valeriana tuberosa, Gladiolus imbricatus, Fritillaria ruthenica, Veratrum nigrum, Pulsatilla patens* (Алехин, 1915, Литвинов, 1891, Цингер, 1885).

Помимо сокращения численности и исчезновения отдельных видов произошли также существенные изменения в соотношении основных типов фитоценозов: вырубка лесов, распашка степей, освоение лугов. Так, описанные в конце XIX в. близ г. Борисоглебска ковыльные и кустарниковые степи с миндалем низким (Литвинов, 1891) исчезли уже к середине XX в. Именно степи с их плодородными черноземными почвами испытали наиболее интенсивную трансформацию, в результате которой оказался полностью уничтожен их естественных растительный покров. Следствием этого является большое количество степный видов в списке редких и охраняемых.

Однако причина редкости ряда видов, зарегистрированных на территории Теллермановского массива, не может быть объяснена только антропогенными воздействиями. Для ее установления был проведен анализ ареалов ряда видов. При этом анализ ареала рассматривался как один из методов выявления факторов, определяющих редкость вида в данном регионе.

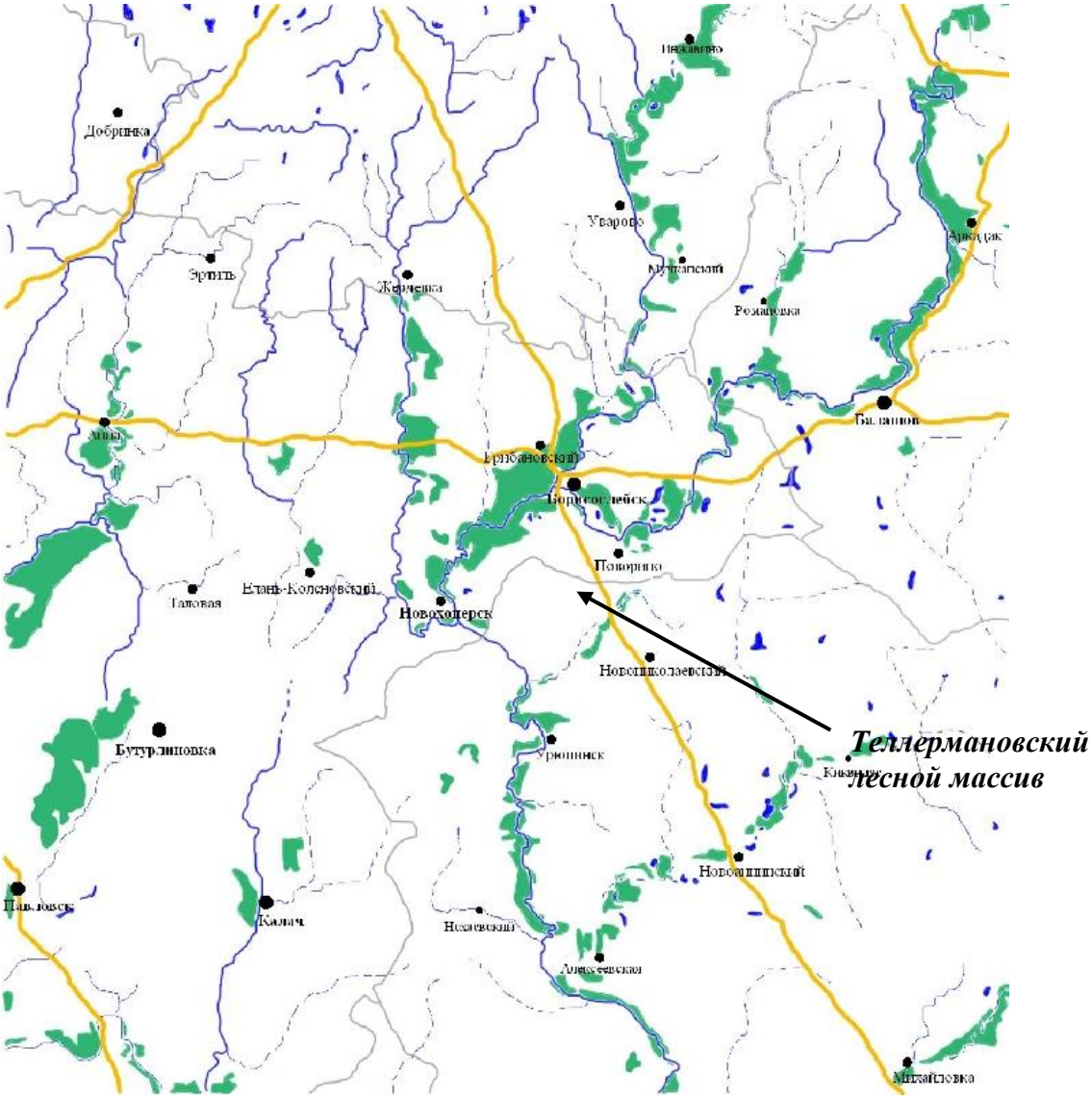


Рисунок 1. Положение Теллермановского массива на границе лесостепи и степи (Завидовская, 2011)

Страусник обыкновенный (*Matteuccia struthiophteris* (L.) Torado), сем. Оноклеевые (*Onocleaceae*) – 3 категория редкости. Голарктический вид, предпочитающий влажные тенистые местообитания. На территории Теллермановского массива изредка встречается по дну балок и оврагов, преимущественно на наносных почвах, а также по берегам стариц и в ольшаниках. Весьма декоративный вид, что стало одной из причин сокращения численности. Другой фактор, определивший его редкость – нарушение и уничтожение естественных местообитаний.

Солонечник двуцветковый (*Galatella biflora* (L.) Ness), сем. Астровые (*Asteraceae*) – 3 категория редкости. Восточноевропейсо-среднеазиатский вид. Зарегистрированы местонахождения на солонцовых полянах. Редкость вида определяется узкой экологической приуроченностью этого галофитно-степного вида, требующего специфических условий произрастания.

Эгонихон фиолетово-голубой (*Aegonychon purpureo-coeruleum* (L.) Holub), сем. Бурачниковые (*Boraginaceae*) – 2 категория редкости. Вид субсредиземноморского дизъюнктивного ареала, встречается на территории соседних областей (Саратовской, Ростовской, Белгородской) в небольшом количестве. Характерен для светлых дубовых лесов. На территории Теллермановского массива обнаружены 2 локальные популяции.

Гвоздика пышная (*Dianthus superbus* L.), сем. Гвоздиковые (*Caryophyllaceae*) – 2 категория редкости. Евразиатский вид. В Красной книге Воронежской области (2019) отсутствуют указания о нахождении на территории Теллермановского массива, где он зарегистрирован в нагорной части леса. Сокращается в численности под влиянием комплекса факторов: нарушения и уничтожения естественных местообитаний (в результате выпаса, сенокошения, распашки), а также при сборах в букеты.

Кермек опушённый (*Limonium tomentellum* (Boiss.) Kuntze), сем. Кермековые (*Limoniaceae*) – 3 категория редкости. Юго-восточноевропейско-среднеазиатский вид. Галофильно-степное растение. На территории Теллермановского массива встречается на солонцовых полянах. Причины редкости – сокращение естественного ареала в результате распашки степей и особенности экологии.

Зубянка пятилистная (*Dentaria quinquefolia* M. Bieb.), сем. Капустовые (*Brassicaceae*) – 3 категория редкости. Европейско-кавказский вид «с характерным распределением в области третичных реликтов» (с. 148). Встречается в дубравах правобережья Теллермановского массива. Редкость растения обусловлена его приуроченностью к специфическим местообитаниям, которые нарушаются в результате интенсивного хозяйственного и рекреационного использование массива.

Ломонос цельнолистный (*Clematis integrifolia* L.), сем. Лютиковые (*Ranunculaceae*) – 3 категория редкости. Евросибирско-среднеазиаткий вид. В Красной книге Воронежской области (2019) указывается, что вид характеризуется строгой приуроченностью к ненарушенным местообитаниям. Однако нами с 2002 года локальная популяция регистрируется близ опушки солонцовой поляны Теллермановского лесного массива (на карте в Красной книге местообитание не отмечено), которая является результатом хозяйственной деятельности и вызванных ею пожаров (Завидовская, Романовский, 2011). Вид находится близ северо-восточной границы европейской части ареала, что, наряду с природно-исторической редкостью и узкой экологической амплитудой делает его уязвимым.

Прострел луговой (*Pulsatilla pratensis* (L.) Mill.), Лютиковые (*Ranunculaceae*) – 3 категория редкости. Восточноевропейский вид. Встречается по надпойменным террасам, на полянах. Естественные местообитания на песчаных почвах сильно нарушены, что привело к сокращению численности этого декоративного растения.

Прострел раскрытый (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.), Лютиковые (*Ranunculaceae*) – 3 категория редкости. Европейский вид. Изредка встречается на песчаных почвах по опушкам. Причины редкости: нарушение мест обитания, сведение естественной растительности песчаных террас, сбор на букеты.

Вороний глаз четырехлистный (*Paris quadrifolia* L.), Триллиевые (*Trilliaceae*) – категория редкости. Евросибирский вид. Изредка встречается в дубравах Теллермановского массива. В Красной книге области (2019) данные местообитания не указаны. Невысокая численность и редкость вида обусловлены главным образом эколого-фитоценотическими требованиями вида, который тяготеет к бореальным таежным лесам.

Мытник мохнатоколосый (*Pedicularis dasystachys* Schrenk.), сем. Норичниковые (*Scrophulariaceae*) – 3 категория редкости. Евросибирский вид. Местообитания на территории Теллермановского массива приурочены к солонцовым полянам.

Шпажник черепитчатый (*Gladiolus imbricatus* L.), сем. Ирисовые (*Iridaceae*) – 2 категория редкости. Европейско-среднеазиатский вид. Изредка встречается на полянах и опушках, всегда немногочисленный. Это типично лугово-опушечное растение оказалось редким в результате интенсивного использования естественных местообитаний (сенокошение, выпас, распашка) и неумеренного сбора на букеты.

Рябчик русский (*Fritillaria ruthenica* Wickstr.), сем. Лилейные (*Liliaceae*) – 2 категория редкости. Евразиатский вид. Встречается по остепнённым опушкам леса, на солонцовых полянах, по надпойменным террасам. Основные факторы сокращения численности: распашка степей, хозяйственное использование лугов, сбор на букеты.

Тюльпан Биберштейна (*Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. fil.), сем. Лилейные (*Liliaceae*) – 3 категория редкости. Восточноевропейско-среднеазиатский вид. Занимает типичные для опушечно-лесных растений метсообитания: лиственные леса, лесные поляны и опушки, остепнённые склоны. Численность сокращается в результате сбора на букеты, уничтожения естественного растительного покрова, вытаптывания.

Ковыль перистый (*Stipa pennata* L.), сем. Мятликовые (*Poaceae*) – 3 категория редкости. Евразиатский вид. Одно из наиболее характерных степных растений, приуроченное к луговым степям. В настоящее время лишь изредка встречается в регионе. Причины сокращения численности многочисленны: распашка степей, скотопрогоны, перевыпас. Помимо этого, при нарушении естественного растительного покрова, растение не выдерживает конкуренции со стороны других злаков.

Любка двулистная, ночная фиалка (*Platanthera bifolia* (L.) Rich.), сем. Орхидные (*Orchidaceae*) – 3 категория редкости. Евразиатский вид. Изредка встречается в Теллермановском массиве по опушкам, среди зарослей кустарников (на карте Красной книги Воронежской области находки не отражены). Опушечно-лесное растение, которое типично для более северных лесов. Редкость в регионе обусловлена главным образом специфическими условиями местообитания.

Дремлик чемерицевидный (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz.), сем. Орхидные (*Orchidaceae*) – 3 категория редкости. Евразиатский вид. Типичный обитатель лиственных и смешанных лесов. Изредка встречается в Теллермановском лесном массиве. Вид не выдерживает конкуренции с другими растениями при сомкнутом растительном покрове.

Головчатка Литвинова (*Cephalaria litvinovii* Bobr.), сем. Ворсянковые (*Dipsacaceae*) – категория редкости. Эндемик Восточной Европы. На территории балки Демидов лог (в Красной книге Воронежской области (2019) ошибочно указывается одноименное урочище) находится одно из коренных его местообитаний, на которые указывали первооткрыватели этого вида – Гмелин, Паллас и Фальк: кустарники по долинам и оврагам в бассейне р. Хопра (Флора.., 1957).

Изучение географического распространения видов, занесенных в региональную Красную книгу, позволило установить три группы (рис. 2):

Растения, находящиеся близ южной границы ареала.

Растения, находящиеся близ северной границы ареала.

Растения, для которых местонахождения на территории Теллермановского массива входят в центральную часть ареала.

44,4 % изученных видов приходится на растения, типичные для района расположения Теллермановского массива. Это виды опушечно-степной, опушечно-лугово-степной, опушечно-лесной фитоценотической принадлежности. Данным их особенностям соответствует и распространение на территории массива. По 22,2 % приходится на виды, ареалы которых находятся близ своей границы. С одной стороны, среди разнообразия экотопов Теллермановского леса они могут найти условия, близкие к их экологическим требованиям. С другой стороны, полного совпадения условий не происходит, что служит одной из причин редкости. В соответствии с правилов смены местообитания, виды занимают не типичные участки. Например, для мытника указываются пойменные и суходольные луга, глинистые обрывы в долины рек, слабо дренированные водоразделы и западины (Красная.., 2019). В Тамбовской области он регистрируется на лугах и степных западинах (Красная..,). В Теллермановском массиве он произрастает на солонцовой поляне.

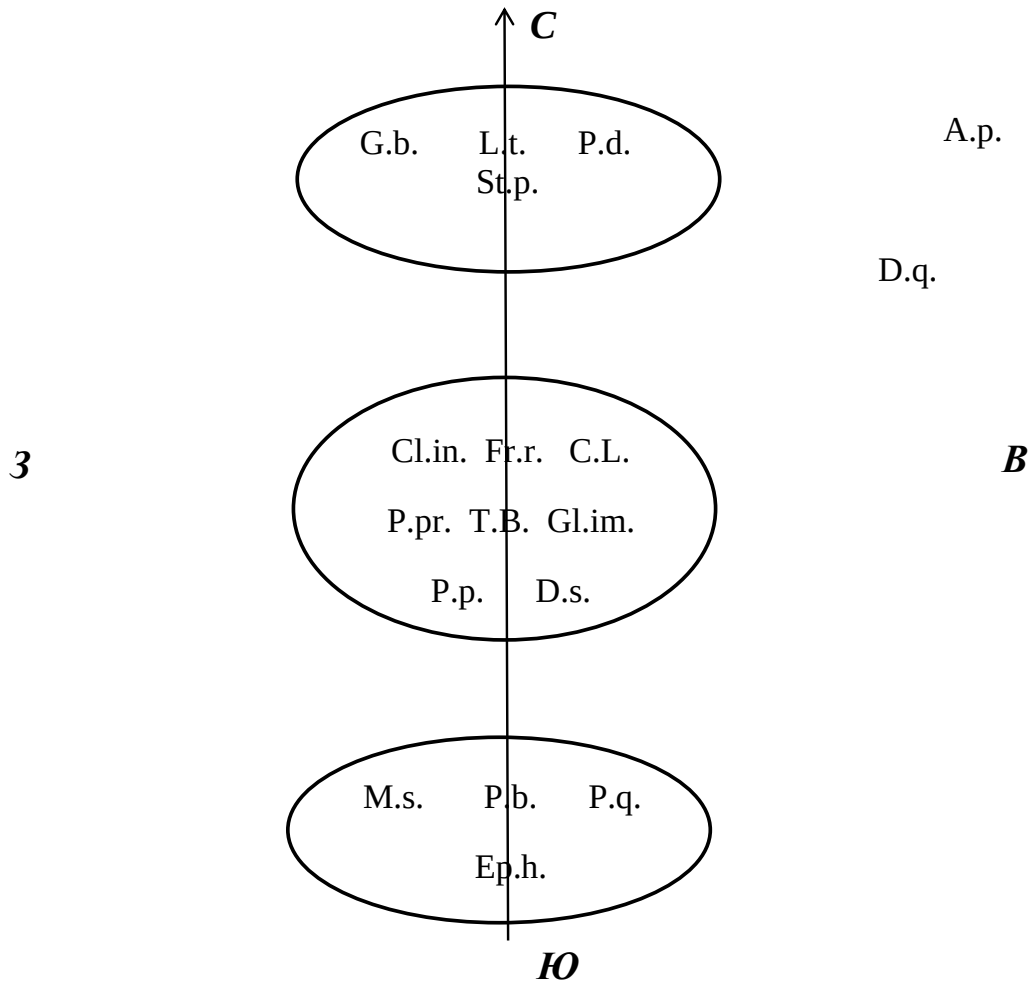


Рисунок 2. Ареалогический анализ редких видов Теллермановского массива

Пересечение координат характеризует типичные условия лесостепи.

Смещение по осям отражает положение популяции вида близ границ ареала.

C.l. – *Cephalaria litvinovii, E.p. –Epipactis helleborine, P.b. – Platanthera bifolia, S.p. – Stipa pennata, T.b. – Tulipa biebersteiniana, F.r. – Fritillaria ruthenica, G. i. – Gladiolus imbricatus, P.d. – Pedicularis dasystachys, P.q. – Paris quadrifolia Paris quadrifolia, P.p. – Pulsatilla patens, P. pr. – Pulsatilla pratensis, C. i. – Clematis integrifolia, D. q. – Dentaria quinquefolia, L. t. – Limonium tomentellum, D. s. –Dianthus superbus, A. p. – Aegonychon purpureo-coeruleum, G. b. – Galatella biflora, M. s. – Matteuccia struthiophteris*

Сокращение пригодных местообитаний, которое имеет место близ границ ареала, объясняет спорадическое распространение видов и их редкость и уязвимость. Это в полной мере относится, например, к популяции вороньего глаза – бореальному виду, зашедшему так далеко на юг, а также к дремлику, растущему в Теллермановском лесу близ южной границы равнинной части ареала.

Причины редкости видов, типичных для лесостепного флористического комплекса, преимущественно антропогенные. В качестве иллюстрации можно привести такие виды, как тюльпан, рябчик, прострелы.

Таким образом, предложенный в работе подход с использованием анализа ареалов показал взаимосвязь расположения локальной популяции в периферической части ареала с особенностями фитоценотической приуроченности и редкости вида.

Список литературы

1. Алёхин В.В. Введение во флору Тамбовской губернии. М.: Т-во «Печатня С.П. Яковлева», 1915. 96 с.
2. Завидовская Т.С. О новой находке *Chephalaria litvinovii* (*Dipsacaceae*) в Воронежской области // Ботанический журнал. 2017. Т. 102. № 12. С. 1690-1693.
3. Завидовская Т.С. Эколого-географический анализ флоры Теллермановского лесного массива: диссертация ... канд. биолог. наук. М., 2006. 267 с.
4. Завидовская Т.С. Редкие и исчезающие виды растений во флоре Прихоперья // Краеведческие чтения / Материалы научно-практической конференции 23 декабря 2011.– Борисоглебск, 2012. – С. 103-108
5. Завидовская Т.С., Романовский М.Г. Флора и растительность Теллермановского лесного массива. LAP: Lambert Academic Publishing, 2011. 405 с.
6. Красная книга Воронежской области: в 2 т. Т. 1. Растения. Лишайники. Грибы. Воронеж: Центр духовного возрождения Черноземного края, 2019. 413 с.
7. Красная книга Ростовской области. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. Т. 2. Растения и грибы. 344 с.
8. Красная книга Тамбовской области: Растения, лишайники, грибы. Тамбов: Ком. природ. ресурсов по Тамб. обл., 2002. 347 с.
9. Литвинов Д.И. Геоботанические заметки о флоре европейской России. М.: Университетская типография, 1891. 123 с.
10. Мусиевский А.Л. Динамика лесистости и структуры лесного фонда Воронежской области // Лесотехнический журнал. 2013. № 3. С. 13-21.
11. Скользнева Л.Н. Географический анализ флоры заповедника «Галичья гора» // Вестник ВГУ: серия: Химия. Биология. Фармация. 2007. № 2. С. 95-99.
12. Флора СССР. Т. XXIV. М.– Л.: Изд-во АН СССР, 1957. 502 с.
13. Цингер В. Я. Сборник сведений о флоре Средней России. М.: Унив.т, 1885. 520 с.

НАСАЖДЕНИЯ ЗЕЛЕНОГО КОЛЬЦА ВОКРУГ АРЗГИРА: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

В.В. Засоба
Кандидат сельскохозяйственных наук, г. Новочеркасск, Россия
VZ_07@bk.ru

GREEN RING PLANTATIONS AROUND ARZGIR: STATUS AND OUTLOOK

V.V. Zasoba
Candidate of Agricultural Sciences, Novocherkassk, Russia
VZ_07@bk.ru

Аннотация. Населенные пункты в степи очень часто оголены и подвергаются воздействию сильных метелистых ветров и суховеев. Арзгир – районный центр в восточной части Старопольского края. Исследуются искусственные насаждения зеленого кольца вокруг Арзгира из *Robinia pseudoacacia, Fraxinus lanceolata, Gleditsia triachanthos.* Насаждения разного возраста и состава, находящиеся даже в удовлетворительном состоянии оказывают средообразующее и мелиоративное влияние на прилегающие территории. Все древесные породы в этих условиях недолговечны. Необходимо снизить долю участия *Robinia pseudoacacia* в составе насаждений на территории данного лесничества с 50% до 30%, увеличив долю кустарников (*Cotinus coggugria, Tamarix ramosissima*). Наиболее перспективными, хорошо зарекомендовавшими себя породами в данных условиях местопроизрастания является *Gleditsia triachanthos*, однако можно рекомендовать и *Quercus robur*. В качестве сопутствующих пород рекомендуем *Cotinus coggugria* и *Ribes auerum*.

Ключевые слова: лесные насаждения в степи, робиния псевдоакация, гледичия трехколючковая, состав лесного насаждения

Abstract. Settlements in the steppe are very often bare and exposed to strong blizzard winds and dry winds. Arzgir is a district center in the eastern part of the Staropolsky Krai. The article examines the artificial plantings of the green ring around the Arzgir of *Robinia pseudoacacia, Fraxinus lanceolata, Gleditsia triachanthos*. Plantings of different ages and composition, even in a satisfactory condition, have an environmental and reclamation effect on the adjacent territories. All tree species in these conditions are short-lived. It is necessary to reduce the share of participation of *Robinia pseudoacacia* in the composition of plantings on the territory of this forestry from 50% to 30%, increasing the share of shrubs (*Cotinus coggugria, Tamarix ramosissima*). The most promising, well-established breeds in these conditions of the place of growth is the *Gleditsia triachanthos*, however, the *Quercus robur* can also be recommended. As accompanying breeds, we recommend the leather *Cotinus coggugria* and the *Ribes auerum*.

Keywords*:* forest plantations in the steppe, *Robinia pseudoacacia, Gleditsia triachanthos,* composition of the forest plantation

Введение. Ландшафты степной зоны характеризуются большой распаханностью достигающей 90%, практически полным отсутствием естественных лесов (8,7%) и значительным нарушением естественных природных систем (Засоба В. В., Данилов Р. Ю., 2006). Населенные пункты в степи очень часто оголены и подвергаются воздействию сильных метелистых ветров и суховеев. Арзгир – районный центр в восточной части Старопольского края. При основании села (1876 г.) окружающие земли использовались под пастбища. Однако в XX веке увеличилась распашка этих земель и возникли новые проблемы: жилые дома, хозпостройки и другие здания стало засыпать мелкоземом во

время пыльных бурь. Поэтому было принято решение о создании зеленого кольца в виде искусственных лесных массивов вокруг с.Арзгир (Ерусалимский, В. И., 2004; Засоба В.В., Маркова И.С., Антоникова Л.А., 2012).

Цель и объект исследования. Целью исследований является изучение современного состояния искусственных насаждений зеленого кольца, созданных в условиях сухой степи. Объект – насаждения Арзгирского лесничества (быв. Арзгирский лесхоз образованный в 1968г.), расположенного в северо-восточной части Ставропольского края, на так называемой скифской платформе, в самом засушливом районе Ставропольского края, в районе реликтовых типчаково-полынных степей (рис.1). Естественная растительность сохранилась лишь в днищах балок и по берегам рек. Она представлена луговыми и болотными видами. По агроклиматическому районированию Арзгирское лесничество Ставропольского края относится к зоне крайне неустойчивого увлажнения, которая характеризуется умеренно континентальным климатом, недостаточным увлажнением, теплым сухим летом, умеренной зимой и длительным вегетационным периодом. Среднегодовое количество осадков составляет около 300 мм. Климат Арзгирского района определяет малые возможности выбора ассортимента древесных и кустарниковых пород.

Результаты. Основными лесообразующими породами в Арзгирском лесничестве являются робиния лжеакация, ясень зеленый, гледичия трехколючковая. Для характеристики и сравнения чистых и смешанных насаждений этих пород были выбраны участки по классам бонитета, запасу, возрасту и полноте.

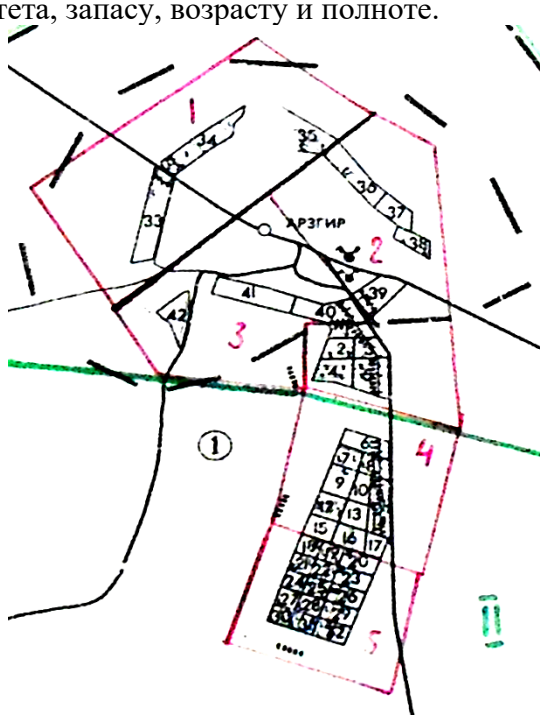


Рисунок 1. Схема «зеленого кольца» Арзгирского участкового лесничества Левокумского лесничества Ставропольского края

Все насаждения лесничества искусственного происхождения, относятся к типу леса СХДЧ, типу лесорастительных условий Д1, характеризуются полнотой от 0,4 до 0,8, развиваются по 1-5 класса бонитета. Возраст насаждений от 4 до 46 лет (Маркова И.С., Засоба В.В., Антоникова Л.А., 2013).

Общая площадь чистых насаждений Робинии лжеакации - 262,6 га. Максимальный запас имеют насаждения с полнотой 0,7 и 0,8 по всем классам бонитета. Наиболее высокие таксационные показатели робинии лжеакации имеют насаждения в возрасте от 4 до 17 лет.

С увеличением возраста полнота насаждений, и показатели продуктивности резко снижаются (Антоникова Л.А., Засоба В.В., Маркова И.С., Сухорученко Р.С., 2014). Общая площадь смешанных насаждений робинии лжеакации составляет 507 га. Смешанные насаждения имеют в составе 5 и более единиц робиниии лжеакации (*Robinia psevdoacacia* L.), а также такие древесные породы, как ясень зеленый (*Fraxinus lanceolata* Borsh.), гледичия трехколючковая (*Gleditsia triachanthos* L.) и абрикос обыкновенный (*Armeniaca vulgaris* Lam.). Максимальный запас имеют насаждения с полнотой 0,7и 0,8 по I -II классам бонитета. Насаждения III и IV классов бонитета имеют в основном низкую полноту (0,4), запасы здесь незначительные. Таксационные показатели смешанных насаждений робинии лжеакации имеют более высокие показатели в возрасте от 5 до 21года (Маркова И.С., Антоникова Л.А., Засоба В.В., 2014).

Чистые насаждения гледичии трехколючковой занимают 102 га (Маркова И.С., Антоникова Л.А., Засоба В.В., Кожевникова А.А.,2014). Насаждения I класса бонитета занимают площадь 44,6, что соответствует 44,%, насаждения V класса бонитета соответственно 49,4 га, т.е. 48%. Площадь, занятая насаждениями IV класса бонитета незначительная – 7,1 га - 6,9 %. Насаждения представлены двумя классами возраста. Насаждения в 10-летнем возрасте имеют полноту 0,7, в возрасте 31 – 39 лет – 0,5 – 0,7. Общий запас составил 1720 м3. Смешанные насаждения с гледичией (253 га) разновозрастные, имеют в составе от 40 до 90% гледичии трехколючковой, развиваются по пяти классам бонитета. В состав смешанных насаждений Гледичии трехколючковой входят робиния лжеакация, вяз мелколистный, ясень зеленый, дуб низкоствольный нагорный. Насаждения IV и V классов занимают площадь 174.7 га, что составляет около 70% от общей площади. Общий запас на площади 253 га составил 5853 м3.

Насаждения вяза мелколистного занимают площадь 161,8 га (Маркова И.С., Засоба В.В., Антоникова Л.А., 2013). Около 90% площади, занятой вязом составляют насаждения I и II классов бонитета в возрасте от 8 до 21 года. Насаждения V класса бонитета представлены насаждениями полнотой 0,5-0,6, имеющими низкие таксационные показатели. Общий запас 5870 м3.

Полевые исследования проводились по общепринятой методике. На основании изучения материалов лесоустройства и рекогносцировочного обследования было заложено 5 пробных площадей в характерных для данных условий местопроизрастания насаждениях.

Пробная площадь 1 заложена в 39 квартале, 22 выделе, лесные культуры из ясеня и гледичии. Площадь выдела равна 0,9 га, тип леса СХДЧ, тип условий местопроизрастания $Д_1$, возраст 35 лет, состав 7Яз3Гл, почва светло-каштановая. Задернение - злаково-разнотравное – 100%, представлено пыреем ползучим, ежой сборной, полынью австрийской, мятликом луговым, тысячелистником обыкновенным, молочаем Сегье и др. Внеярусная растительность представлена эпифитами. Лесная подстилка образована, местами высотой до 1 см, плохо разложившаяся.

Пробная площадь 2 заложена в 39 квартале, 20 выделе. Пробная площадь 0,2 га, тип леса СхДч, тип условий местопроизрастания $Д_1$, возраст 35 лет, почва каштановая. Задернение - злаково-разнотравное – 70%, представлено пыреем ползучим, полынью австрийской, мятликом луговым, тысячелистником обыкновенным, молочаем Сегье, одуванчиком лекарственным, кострецом обыкновенным. Внеярусная растительность представлена эпифитами.

Пробная площадь 3 заложена в 39 квартале, 18 выделе, лесные культуры из ясеня и робинии, в подлеске смородина золотая. Площадь пробы равна 0,2 га, тип леса СХДЧ, тип условий местопроизрастания $Д_1$, возраст 33 года, состав 7Яз3Рл, почва каштановая. Задернение - злаково-разнотравное – 90%, представлено одуванчиком лекарственным,

полынью австрийской, мятликом луговым, шалфеем поникшим, подмаренником русским, ковылем Лессинга, вьюнком полевым, будрой плющевидной. Внеярусная растительность представлена эпифитами.

Пробная площадь 4 заложена в 39 квартале, 16 выделе, лесные культуры из робинии. Размер пробной площади 74х27 м., тип леса СХДЧ, тип условий местопроизрастания $Д_1$, возраст 35 лет, состав 10Рл, почва каштановая. Задернение - злаково-разнотравное – 100%, представлено пыреем ползучим, мятликом луговым, тысячелистником обыкновенным, кострецом, подмаренником русским, одуванчиком лекарственным, синеголовником, шалфеем поникшим, полынью австрийской, вьюнком полевым, лютиком обыкновенным, ковылем Лессинга и др. Внеярусная растительность представлена эпифитами.

Пробная площадь 5 заложена в 32 квартале, 4 выделе, лесные культуры из гледичии, размещение 4х1. Размер пробной площади 74х27 м., тип леса СХДЧ, тип условий местопроизрастания $Д_1$, возраст 35 лет, состав 10Гл, почва каштановая. Задернение - злаково-разнотравное – 100%, представлено пыреем ползучим. Внеярусная растительность представлена эпифитами. Таксационная характеристика на пробных площадях опубликована ранее (Маркова И.С., Антоникова Л.А., Засоба В.В., Кожевникова А.А., 2014).

Обсуждение. Полученные результаты показали, что в лесничестве имеются насаждения различного возраста, состава, созданные посадкой сеянцев с различными схемами смешения и размещения.

В насаждениях с преобладанием робинии лжеакации хорошее состояние и сохранность (до70%) имеют молодняки (кв.19 в. 11, кв.21 в. 4), крона развитая, наблюдается цветение, средняя высота 2 м. С возрастом состояние робинии лжеакации ухудшается. В период с 31 до 40 лет насаждения с преобладанием робинии лжеакации (6-10 единиц) суховершинят, наблюдается корневая поросль (кв. 39 в. 14, 16, 19; кв. 6 в. 1). Задернение 100% злаково-разнотравной растительностью (кв. 39 в. 16). Семенного возобновления не наблюдается, цветение отсутствует. Насаждения имеют такое состояние, несмотря на проведение лесоводственных уходов (прочистки, рубки обновления, уборка от захламленности). Насаждения старше 40 лет полностью расстроены, усохли, возобновление отсутствует. Насаждения подлежат сплошной санитарной рубке и корчевке (рис.2а).

Существующие насаждения с преобладанием ясеня зеленого (7Яз3А; 8Яз2А; 6Яз4А; 7Яз3Ш; кв. 39 в. 17, 18, 1; кв. 16 в. 2) в возрасте 33-35 лет усыхающие, наблюдается порослевое возобновление. Основной ствол у многих деревьев ясеня зеленого погиб и упал. В насаждении ясеня зеленого в возрасте 35 лет с участием шелковицы (7Яз3Ш; кв. 16 в. 2) ясень практически выпал, шелковица суховершинит, а в подлеске отмечена хорошо сформировавшая смородина золотая.

В Арзгирском лесничестве сохранилось 83 дерева дуба черешчатого (рис.2б), за которыми ведется подеревный уход. Наблюдается сохранившиеся экземпляры дуба в кв. 39 выд. 20, кв. 39 выд.3 в удовлетворительном состоянии. Крона хорошо облиственная, наблюдается цветение, плодоношение, а также единичное возобновление высотой 30-60 см.

а

б

Рисунок 2. а – Усохшие насаждения Робинии псевдоакации в возрасте 40 лет;
б – Дуб черешчатый в возрасте 43 лет

Насаждения с преобладанием гледичии являются лучшими в данных условиях местопроизрастания. В обследуемых разновозрастных насаждениях состояние удовлетворительное. Насаждения гледичии в возрасте 50-60 лет находятся в удовлетворительном состоянии, при участии гледичии от 4 до 10 единиц. На участках с проведенными рубками состоянии улучшается.

а

б

Рисунок 3. а – Насаждения Гледичии трехколючковой в возрасте 53 года;
б – Скумпия кожевенная показывает прекрастый рост и состояние

Хороший рост наблюдается у кустарниковых культур, например у скумпии кожевенной (рис. 3б).

В 2009 году в лесничестве были созданы чистые культуры айланта высочайшего на площади 6,6 га, которые до 2011 года прекрасно росли и развивались, но суровая зима 2011-2012 года, привела к полной гибели надземной части деревьев. В мае месяце 2012 года наблюдалось порослевое возобновление у 95 % особей.

Перспективы. Для повышения устойчивости насаждений зеленого кольца вокруг с.Арзгир следует провести мероприятия:

1. Пересмотреть породный состав с учетом данных современных исследований (Засоба В.В., Маркова И.С., Антоникова Л.А., 2012, 2013, 2014; Кулыгин А.А., 1977, 1983). В связи с тем, что корневая система Робинии лжеакации страдает от промерзания почвы

(Кулыгин А.А., 1977) и ее древесина не обладает наивысшим гидротермическим потенциалом (Шульга, В. Д., 2002), насаждения из робинии в возрасте старше 40 лет расстраиваются и усыхают. Необходимо также учитывать, что Робиния лжеакация признана инвазийным видом. Поэтому, перспективно снизить долю участия Робинии лжеакации в составе насаждений на территории данного лесничества с 50% до 30%, увеличив долю кустарников (скумпия, тамарикс).

2. Искусственные лесные насаждения в «зеленом кольце» Арзгира выполняют только средозащитную роль. Для улучшения значимости таких насаждений, повышения их функциональной роли целесообразно преобразование данных лесных насаждений в лесопарковые зоны с проведением ландшафтной таксации, и мероприятий по оборудованию зон отдыха для всего Арзгирского района (Тюльпанов Н.М., 1975).

Заключение. Проанализировав полученные данные можно сделать следующие выводы:

- в сложившихся условиях местопроизрастания все анализируемые древесные породы не долговечны;

- с возрастом состояние чистых и смешанных насаждений робинии лжеакации и гледичии трехколючковой ухудшается, однако смешанные насаждения имеют более высокие таксационные показатели, чем чистые;

- вяз мелколистный в возрасте до 20 лет имеет хорошие таксационные показатели.

Таким образом, не смотря на сложные лесорастительные условия, исследованные насаждения разного возраста и состава, находящиеся даже в удовлетворительном состоянии оказывают средообразующее и мелиоративное влияние на прилегающие территории. Наиболее перспективными, хорошо зарекомендовавшими себя породами в данных условиях местопроизрастания является гледичия трехколючковая, однако можно рекомендовать и дуб черешчатый. В качестве сопутствующих пород рекомендуем скумпию кожевенную и смородину золотую. Данные лесные массивы нуждаются в проведении ландшафтной таксации и преобразованию их в лесопарковые зоны.

Список литературы

1. Антоникова Л.А., Засоба В.В., Маркова И.С., Сухорученко Р.С. Робиния лжеакация – основная лесообразующая порода Арзгирского лесного массива Ставропольского края. // Проблемы природоохранной организации ландшафтов: матер. межд. науч.-практ. конф., посв. 100-летию кафедры «Лесоводства и лесных мелиораций» часть 1 (24-25 апреля 2014 г.) / Ред. кол.: С.С.Таран (отв.ред.) и др.; НИМИ ДГАУ. Новочеркасск: Лик, 2014. С.33-38.
2. Ерусалимский, В. И. Лесоразведение в степи. М.: ВНИИЛМ, 2004. 176 с.
3. Засоба В. В., Данилов Р. Ю. Степные леса Ставрополья // Проблемы экологии и охраны природы и пути их решения: материалы III Всерос.науч.-практ. конф. (16-17 ноября 2006 г.) / УлГУ. Ульяновск. 2006. С. 61-62.
4. Засоба В.В., Маркова И.С., Антоникова Л.А. К вопросу о росте и состоянии лесных насаждений Арзгирского участкового лесничества Ставропольского края// Проблемы природоохранной организации ландшафтов: Матер. междунар.науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию выпуска первого мелиоратора в России.(24-25 апреля 2013 г., Новочеркасск). НГМА: Новочеркасск, 2013. Ч.1. С. 187-190.
5. Засоба В.В., Маркова И.С., Антоникова Л.А. Лесомелиоративные насаждения Арзгирского участкового лесничества Ставропольского края. // Инновационные методы в мелиорации: Матер. науч.-практ. конф.(25-26 окт. 2012 г. Новочеркасск-Зерноград). НГМА-АЧГАА, Новочеркасск-Зерноград, 2012. С. 74-75

6. Кулыгин А.А. Причины массового усыхания акации болей на юго-востоке.// Сб. ст. Защитное лесоразведение и озеленение на Северном Кавказе. НИМИ:Новочеркасск, 1983. С.18-26.
7. Кулыгин А.А. Пути повышения устойчивости белоакациоевых насаждений в степи. // Сб.ст. Лесоразведение на Северном Кавказе. Т.XVII, вып.3. НИМИ: Новочеркасск, 1977. С.12-20.
8. Маркова И.С., Антоникова Л.А., Засоба В.В. Таксационная характеристика робиниевых насаждений в Арзгирском лесном массиве Ставропольского края. // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. № 38. С. 25-29.
9. Маркова И.С., Антоникова Л.А., Засоба В.В., Кожевникова А.А Насаждения гледичии трехколючковой в Арзгирском лесном массиве Ставропольского края. // Проблемы природоохранной организации ландшафтов: матер. межд. науч.-практ. конф., посв. 100-летию кафедры «Лесоводства и лесных мелиораций» часть 1 (24-25 апреля 2014 г.) / Ред. кол.: С.С.Таран (отв.ред.) и др.; НИМИ ДГАУ. Новочеркасск: Лик, 2014. С.240-244.
10. Маркова И.С., Засоба В.В., Антоникова Л.А. Чистые и смешанные насаждений Арзгирского лесничества Ставропольского края // Международный научно-исследовательский журнал. 2013, № 12(19), ч.2.
11. С.9 - 13.
12. Тюльпанов Н.М. Лесопарковое хозяйство. Учеб.пособ.для техникумов. Изд.2-е, перераб. Л.: Стройиздат: Ленинград.отд-ние., 1975. 160 с.
13. Шульга В. Д. Устойчивость мелиоративных древостоев степных ландшафтов. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2002. 158 с.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ КАК ОСНОВА КУСТАРНИКОВЫХ ИНВАЗИЙ В СТЕПЯХ МОНГОЛИИ

Иванов Л.А.[1,2], Ронжина Д.А.[1,2], Мигалина С.В.[1,2], Бажа С.Н.[3], Иванова Л.А.[1,2]
[1] Тюменский государственный университет, г. Тюмень, Россия
[2] Ботанический сад УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия
[3] Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва, Россия
leonidiv72@mail.ru

PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF SHRUB INVASIONS IN THE STEPPES OF MONGOLIA

Ivanov L.A.[1,2], Ronzhina D.A.[1,2], Migalina S.V.[1,2], Bazha S.N.[3], Ivanova L.A.[1,2]
[1] University of Tyumen, Tyumen, Russia
[2] Institute Botanic Garden, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia
[3] Institute of Ecology and Evolution, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
leonidiv72@mail.ru

Аннотация. Изучены эколого-физиологические особенности степных кустарниковых видов *Ephedra sinica* Stapf. и *Caragana bungei* Ledeb. в Монголии в связи с их инвазионной активностью. Показаны особенности структуры и функции фотосинтетического аппарата на уровне мезоструктуры листа, которые позволяют этом видам поддерживать параметры роста в условиях аридизации климата и получать конкурентное преимущество по сравнению с другими видами.

Ключевые слова: Монголия, кустарники, инвазии, степь, фотосинтез, мезофилл листа, хлорофилл, аридность климата

Abstract. The ecological and physiological features of the steppe shrubs *Ephedra sinica* Stapf. and *Caragana bungei* Ledeb. in Mongolia were studied in relation to their invasive activity. The structure and function of the photosynthetic apparatus at the level of the leaf mesostructure are revealed, that allow these species to maintain growth along with increasing climate aridity and gain an competitive advantage over other species.

Keywords: Mongolia, shrubs, invasion, steppe, photosynthesis, leafs mesophyll, chlorophyll, climate aridity

В последние десятилетия степные экосистемы Монголии подвергаются сильным изменениям под влиянием климатических и антропогенных факторов. Аридизация и перевыпас скота приводят к падению биоразнообразия и деградации растительных сообществ. Характер этих изменений обозначают как дигрессионно-инвазийный и связывают, прежде всего, с внедрением в степные и лесостепные ландшафты пустынно-степных видов (Гунин и др., 2015).

Большой интерес представляют процессы распространения и внедрения кустарниковых видов растений. Процессы кустарниковых инвазий наблюдаются в разных зональных и интразональных сообществах, но особенно сильно прослеживаются в аридных и семиаридных экосистемах (Archer, 1995; Van Auken, 2000; Слемнев и др., 2010; Гунин и др., 2012; Caldeira et al., 2015). Так, в Монголии наблюдается расширение сообществ с возрастающей ролью таких кустарников, как *Ephedra sinica* Stapf. (Гунин и др., 2012), *Juniperus pseudosabina* Fisch. Et Mey. (Микляева и др., 2012), *Caragana bungei* Ledeb. (Гунин и др., 2015). Внедрение новых видов происходит на фоне обеднения растительного покрова и освобождения ниш в результате аридизации и перевыпаса. При этом виды-внедренцы должны быть преадаптированными к этим условиям и обладать особыми физиологическими адаптациями к меняющимся условиям.

Так, в отдельных районах Заалтайской Гоби (Монголия), в результате многолетнего мониторинга (с 1970 г по настоящее время) отмечено усиление присутствия в сообществах хвойника китайского (*Ephedra sinica*). В отдельных сообществах хвойник вышел на позиции доминантного или даже эдификаторного вида. *Ephedra sinica* активно прорастает в дерновинах *Stipa gobica, S. glareosa* и *Allium polyrrhizum*, которые являются основными ценозообразующими видами степных сообществ в горных экосистемах (Гунин и др., 1993, Иванов и др. 2007). Проведенные физиологические исследования показали ряд особенностей, позволяющих *Ephedra sinica* проявлять высокую устойчивость к аридному стрессу и успешно конкурировать с коренными доминантными видами растений (Иванов и др., 2004, 2007). Это связано прежде всего со строением ассимилирующих органов, высокой фотосинтетической активностью единичного хлоропласта и высокой эффективностью использования воды. В условиях аридизации климата и неконтролируемого выпаса скота эти особенности дают хвойнику ряд преимуществ по сравнению с другими видами.

Другим примером кустарниковых инвазий может служить распространение псаммофильного пустынно-степного кустарника караганы Бунге (*Caragana bungei*) в Западном Хангае. Обычным метом его обитания являются песчаные сухие горно-степные сообщества (Karamysheva, Khramtsov, 1995) и считалось, что карагана бунге как пустынно-степной вид никогда не заходит под полог леса. Однако в Западном Хангае в последние десятилетия отмечено внедрение данного вида под полог леса, что приводит к формированию уникального типа лесных сообществ, где древесный ярус представлен таежным видом (*Larix sibirica*), а кустарниковый – пустынно-степным (*Caragana bungei*) (Гунин и др., 2015). В разреженных лиственничниках на горных склонах карагана Бунге может формировать более 30% от общего покрытия кустарниково-травяного покрова,

тогда как участие типично лесных видов кустарников (*Cotoneaster melanocarpa, Potentilla fruticosa, Rosa acicularis, Spiraea hypericifolia*) намного меньше (Гунин и др., 2015). Проведенные нами исследования позволили выявить физиологические особенности караганы, позволяющие ей успешно произрастать в столь контрастных экологических условиях. Они заключаются в строении и функционировании фотосинтетического аппарата листа (Иванов и др., 2016). Особенности клеточно-тканевой структуры мезофилла позволяет карагане быстро достигать высокой фотосинтетической активности при попадании света высокой интенсивности, что важно при возникновении солнечных бликов в условиях разреженного лиственничного леса. В то же время, в лесных условиях формируется большая относительная площадь/масса листьев в надземной массе куста. Это означает, что в условиях разреженного лиственичного леса, карагана получает преимущества по сравнению с другими, типично лесными, кустарниковыми видами подлеска.

Таким образом, в условиях текущих климатических изменений в степях Монголии происходят новые экосистемные процессы, связанные с внедрением кустарниковых видов в нехарактерные для них растительные сообщества. Способность видов проявлять инвазионную активность связана с особенностями организации фотосинтетического аппарата и адаптацией фотосинтетической функции растений.

Исследование выполнено в рамках государственного задания FEWZ-2020-0009 Министерства образования и науки Российской Федерации и в соответствии с бюджетной темой Ботанического сада УрО РАН.

Список литературы

1. Гунин П.Д., Слемнев Н.Н., Казанцева Т.И., Радзиминский П.З., Амаржаргал Б. Об экспансии Ephedra sinica Stapf в горных экосистемах Гоби (Монголия) // Раст. ресурсы. 1993. №3. С.7-19.
2. Гунин П.Д., Бажа С.Н., Данжалова Е.В., Дмитриев И.А., Дробышев Ю.И., Казанцева Т.И., Микляева И.М., Огуреева Г.Н., Слемнев Н.Н., Титова С.В., Ариунболд Э., Батцэрэн Ц., Жаргалсайхан Л. Распространение Ephedra sinica Stapf. в экосистемах сухих степей Восточной и Центральной Монголии // Аридные экосистемы. 2012. Т. 18. №1. С. 26-46.
3. Гунин П.Д., Бажа С.Н., Данжалова Е.В., Дробышев Ю.И., Иванов Л.А., Иванова Л.А., Казанцева Т.И., Мигалина С.В., Микляева И.М., Ронжина Д.А., Ариунболд Э., Хадбаатар С., Цоож Ш., Цэрэнханд Г. Региональные особенности процессов опустынивания экосистем на границе бассейна Байкала и Центральноазиатского бессточного бассейна // Аридные экосистемы. 2015. Т. 21. № 3(64). С. 5-22.
4. Иванов Л.А., Иванова Л.А., Ронжина Д.А., Чечулин М.Л., Церенханд Г., Гунин П.Д., Пьянков В.И. Структурно-функциональные основы экспансии Ephedra sinica в степных экосистемах Монголии // Физиология растений, 2004, Т. 51, № 4, С. 521-528.
5. Иванов Л.А., Иванова Л.А., Ронжина Д.А., Циглер Х., Дайгеле К., Гунин П.Д., Пьянков В.И. Влияние межвидовой конкуренции на функциональные свойства растений в горно-степных сообществах Гоби // Экология, 2007, Т. 38. №3. С. 155-160.
6. Иванов Л.А., Иванова Л.А., Мигалина С.В., Юдина П.К., Дробышев Ю.И., Цэрэнханд Г., Цоож Ш., Гунин П.Д. Адаптация фотосинтетической функции пустынно-степного кустарника Caragana bungei Ledeb. к условиям лиственничного леса горных склонов Хангая в Монголии // Аридные экосистемы. 2016. Т. 22. № 3(68). С. 63-75.

7. Микляева И.М., Гунин П.Д., Бажа С.Н. 2010. Инвазии можжевельника ложноказацкого (Juniperus pseudosabina Fisch. et Mey.) в разреженных сообществах псаммофитов в Центральной Монголии // Аридные экосистемы. Т. 16. № 42. С. 87-91.
8. Слемнев Н.Н., Камелин Р.В., Гунин П.Д., Бажа С.Н. 2005. Кустарниковые сообщества и их роль в сукцессионных процессах в лесостепной зоне Монголии // Ботанический журнал. Т. 90. № 4. С. 481-508.
9. Archer S., Schimel D.S., Holland E.A. 1995. Mechanisms of shrubland expansion: land use, climate or CO2? // Climatic Change. Vol. 29. P. 91-99.
10. Caldeira M.C., Lecomte X., David T.S., Pinto J.G., Bugalho M.N., Werner C. 2015. Synergy of extreme drought and shrub invasion reduce ecosystem functioning and resilience in water-limited climates // Scientific Reports 5 Article number: 15110.
11. Karamysheva Z.V., Khramtsov V.N. 1995. The steppes of Mongolia // Braun-Blanquetia. Vol. 17. 79 p.
12. Van Auken O.W. 2000. Shrub ivasions of North American semiarid grasslands // Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 31. P. 197-215.

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЕМЕЙСТВА ОСОКОВЫЕ ВО ФЛОРЕ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

З.И. Ирисханова, М.А. Такаева, Л.Г. Молочаева
к.б.н., доцент, и.о.заведующего кафедрой ботаники, зоологии и биоэкологии
Фгбоу во «Чеченский государственный университет имени Ахмата Абдулхамидовича Кадырова», г. Грозный
г. Грозный, Россия
zazuiris@mail.ru

BIOMORPHOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF THE SEDGE FAMILY IN THE FLORA OF THE CHECHEN REPUBLIC

Z.I. Iriskhanova, M.A.Takaeva, L.G. Molochaeva
Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Acting Head of the Department of Botany, Zoology and Bioecology
FSBEI HE "Chechen State University named after Akhmat Abdulkhamidovich Kadyrov", Grozny

Аннотация. В данной статье проводится анализ систематической, биоморфологической географической структур семейства Осоковые Чеченской Республики. Виды данного семейства обитают в различных средах обитания от тропиков до арктических регионов, особенно часто они преобладают на водно-болотных угодьях. Анализ приведен на основе обработки гербарных материалов и полевых наблюдений авторов.

Ключевые слова: вид, род, семейство Осоковые, флора, жизненная форма, биоморфа, флороценоэлемент, геоэлемент,Чеченская Республика.

Annotation. This article analyzes the systematic, biomorphological geographical structures of the Sedge family of the Chechen Republic. Species of this family live in a variety of habitats from the tropics to arctic regions, with a particular prevalence in wetlands. The analysis is based on the processing of herbarium materials and field observations of the authors.

Keywords: species, genus, sedge family, flora, life form, biomorph, florocenoelement, geoelement, Chechen Republic.

Введение. Семейство Осоковые распространено по всему миру и играет доминирующую роль в растительности водно-болотных угодий. Обладают широким диапазоном среды обитания, от арктической тундры до тропических лесов и сезонных влажных лугов. Отсутствие современных исследований препятствует решению проблемы рационального, научно обоснованного использования представителей семейства Осоковые.

Объект и методы исследования. Основу работы составляет материал, собранный авторами в 2020-2022 гг., а также данные, полученные на основе изучения гербарных коллекций кафедры ботаники, зоологии и биоэкологии Чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова.

Результаты и их обсуждение. По сведениям, полученным в ходе исследования, на территории Чеченской Республики в диком виде произрастает 70 вид растений, относящихся к семейству Осоковые, объединённых в 14 родов.

Таблица 1. Родовой состав семейства Осоковые во флоре Чеченской Республики

№№	Название рода		Число видов	
			абс	%
	Латинское	Русское		
	Pycreus	Ситовник	1	1,43
	Juncellus	Ситничек	2	2,86
	Cladium	Меч-трава	1	1,43
	Cyperus	Сыть	4	5,71
	Schoenoplectus	Шеноплектус	1	1,43
	Bolboschoenus	Клубнекамыш	2	2,86
	Blymus	Блимус	1	1,43
	Eleocharis	Болотница	5	7,14
	Kobresia	Кобрезия	3	4,29
	Carex	Осока	43	61,42
	Schoenoplectus	Шеноплектус	4	5,71
	Schoenus	Схенус	1	1,43
	Scirpus	Камышник	1	1,43
	Scirpoides	Голосхенус	1	1,43
Итого			70	100

Жизненная форма – это результат длительного приспособления растения к местным условиям существования, выраженный в его внешнем облике [1]. Наиболее приемлемой для биоморфологического анализа является система «биологических типов» К. Раункиера [8].

По классификации К. Раункиера (Raunkiaer, 1934) в семействе Осоковые изучаемой территории выделяется три биоморфы – гемикриптофиты, криптофиты, терофиты.

Биоморфологический спектр семейства Осоковые Чеченской Республики представлен в таблице 2.

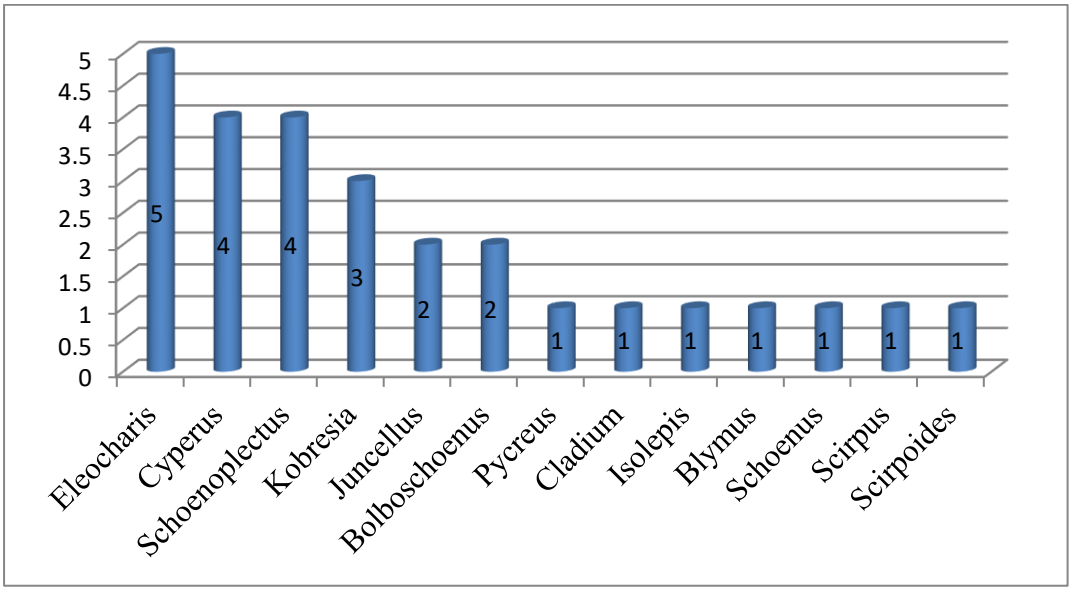


Рисунок 1. Родовая структура семейства Осоковые во флоре Чеченской Республики.

Таблица 2. Биоморфологический спектр семейства Осоковые Чеченской Республики

БИОМОРФА	Ch	Hk	T
	гемикриптофиты	криптофиты	терофиты
Кол-во видов	48	16	6
% от общего числа	68,57 %	22,86 %	8,57 %

Гемикриптофитов насчитывается 48 видов (68,57 %): *Juncellus serotinus* (Rottb.) Clarke (*Cyperus serotinus* Rottb.) – Ситничек поздний, *Cyperus Longus* L. – Сыть длинная, *Blymus compressus* (L.) Panz. ex Link – Блимус сжатый, *Eleocharis quinqueflora* (F.X. Hartm.) O.Schwarz – Болотница пятицветковая, *E. uniglumis* (Link) Schult. (*E. multiseta* Zinserl.) – Болотница одночешуйчатая, *Kobresia schoenoides* (C.A. Mey.) Steud. – Кобрезия шенусовидная, *K. macrolepis* Meinsh. (*K. Capillifolia* (Decne) Clarke) – Кобрезия крупночешуйчатая, *K. persica* Kuk. et Bornm. (*K. Humilis (C.A. Mey. ex Trautv.) Serg.)* – Кобрезия персидская, *Carex tristis* Bieb. (C. *meinshauseniana* V.Krecz.) – Осока печальная, *C. rostrata* Stokes – Осока носатая, *C. dichroa* Freyn (C. *pamirica (*O.Fedtsch.) O. et B. Fedtsch.) – Осока двуцветная, *C. melanostachya* Bieb. ex Willd. – Осока черноколосая, *C. songorica* Rfr. et Kir. – Осока джунгарская, *C. Michelii* Host. – Осока Микели, *C. Transsilvanica* Schur(*C. depressa* Link) – Осока трансильванская, *C. Huetiana* Boiss. – Осока Юэта, *C. caryophyllea* Latourr. – Осока гвоздичная, *C. humilis* Leyss. (*C. Buschiorum* V. Crecz.) – Осока низкая, *C. digitata* L. – Осока пальчатая, *Carex pallescens* L. – Осока бледноватая, *Carex tomentosa* L. – Осока шерстистая, *C. alba* Scop. – Осока белая, *C. Bordzilowskii* V. Krecz. (*C. Schkuhrii* Willd; *C.liparocarpos* Gaudiri) – Осока Бордзиловского, *C. supine* Willd. ex Wahlenb. – Осока приземистая, *C. capillaries* L. – Осока волосистолистная, *C. cancasica* Stev. – Осока кавказская, *C. oligantha* Steud. – Осока немногоцветковая, *C. transcaucasica* Egor. – Осока закавказская, *C. omskiana* Meinsh. (C. *Elata* All.) – Осока омская, *C. cespitosa* L. – Осока дернистая, *C. kotschiana* Boiss. et Hohen. (C. *orbicularis* Boiss. et Hohen.) – Осока Кочи, *C. divulsa* Stokes – Осока прерванная, *C. polyphylla* Kar.et Kir. – Осока многолистная, *C.x contigua* Hoppe – Осока соседняя, *C.*

colchica J.Gay – Осока колхидская, *C. praecox* Schreb. – Осока ранняя, *C. divisa* Huds. – Осока раздельная, *C. stenophylla* Wahlenb. (C. *uralensis* Clarke; *C. dimorphotheca* Stschegl.; *C. Stenophylloides* (V.Crecz.) Egor.) – Осока узколистная, *C. remota* L. – Осока раздвинутая, *C. leporine* L. – Осока заячья, *C. canescens* L. – Осока сероватая, *C. brunnescens* (Pers.) Poir. – Осока буроватая, *C. heleonastes* Ehrh. – Осока болотолюбивая, *Schoenoplectus litoralis* (Schrad.) Palla (*S. litoralis* Schrad.) – Шеноплектус приморский, *Sch. triqueter* (L.) Palla (*S. triqueter* L.) – Шеноплектус трёхгранный, *Schoenus nigricans* L. – Схенус черноватый, *Scirpus sylvaticus* L. – Камышник лесной, *Scirpoides holoschoenus* (L.) Sojak – Голосхенус обыкновенный.

Криптофитов насчитывается 16 видов (22,86 %): *Cladium mariscus* (L.) Pohl – Мечтрава обыкновенная, *Bolboschoenus glaucus* (Lam.) S.G.Sm. –Клубнекамыш сизый, *B. maritimus* (L.) Palla – Клубнекамыш морской, *Eleocharis acicularis* (L.) Roem.et Schult. – Болотница игольчатая, *E. parvula* Bluff. Neeset Schauer – Болотница маленькая, *Eleocharis palustris* (L.) Roem.et Schult. – Болотница болотная, *Carex hirta* L. – Осока волосистая, *C. vesicaria* L. (C. *inflata Huds.)* – Осока пузырчатая, *C. acutiformis* Ehrh. – Осока островатая, *C. riparia* Curt. – Осока береговая, *C. pseudocyperus* L. – Осока ложносыть, *C. hordeistichos* Vill. – Осока ячменорядная, *C.diluta* Bieb. – Осока светлая, *C. Otrubae* Podp. – Осока Отрубы, *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla (*Scyrpus lacustris* L.) – Шеноплектус озёрный, *Sch. tabememontanii* (C.C. Gmel.) Palla (*S. tabernemontanii* C.C.Gmel.) – Шеноплектус Табернемонтана.

Терифитов 6 видов (8,57 %): *Pycreus flavescens* (L.) Beauv. ex Reichenb. – Ситовник желтеющий, *Juncellus pannonicus* (Jacq.) Clarke (*Acorellus pannonicus* (Jacq.) Palla) – Ситничек венгерский, *Cyperus fuscus* L. – Сыть чёрно-бурая, *C.Glaber* L. – Сыть гладкая, *C. Glomeratus* L. – Сыть скученная, *Isolepis setacea* (L.) R.Br. (*Schoenoplectus setaceus* (L.) Palla*;* (*Scyrpus setaceus* L.) – Шеноплектус щетинковидный.

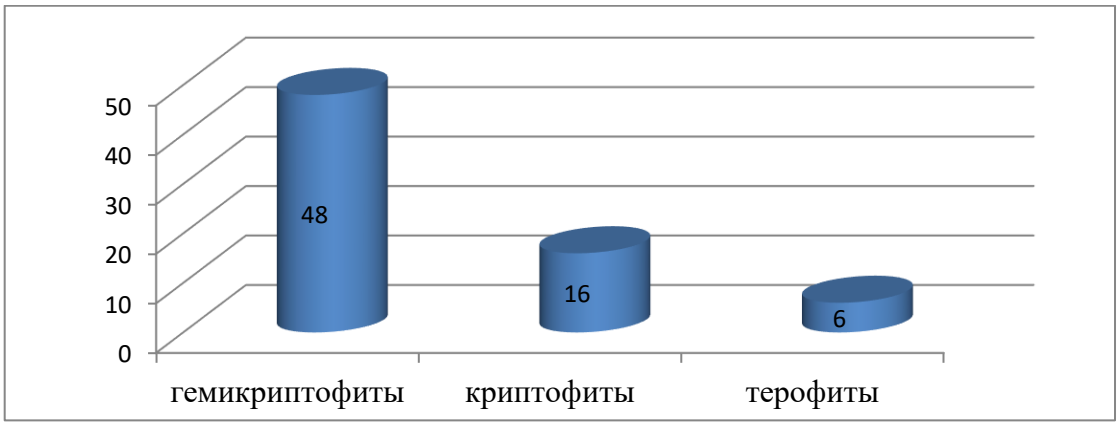


Рисунок 2. Биоморфологический анализ Осоковые

При анализе данного семейства исследуемой территории нами принята система геоэлементов, разработанная Н.Н.Портениером [3,4,5] и адаптированная для флоры Предкавказья А.Л.Ивановым с добавлением некоторых связующих элементов [2]. В исследуемой флоре нами выделено 15 географических элементов. Географический спектр семейства Осоковые Чеченской Республики приведён в таблице 3.

Голарктический геоэлемент. Насчитывает 13 видов (18,57 %) – *Pycreus flavescens* (L.) Beauv. ex Reichenb. – Ситовник желтеющий, *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla – Клубнекамыш морской, *Eleocharis acicularis* (L.) Roem.et Schult. – Болотница игольчатая, *E. quinqueflora* (F.X. Hartm.) O.Schwarz (*E. pauciflora (*Lightf) Link) – Болотница пятицветковая, *E.s parvula* (Roem. et Schult.) Bluff. Neeset Schauer – Болотница маленькая,

Kobresia schoenoides (C.A. Mey.) Steud. – Кобрезия шенусовидная, *Carex pseudocyperus* L. – Осока ложносыть, *C.pallescens* L. – Осока бледноватая, *C. capillaries* L. – Осока волосистолистная, *C. divulsa* Stokes – Осока прерванная, *C. brunnescens* (Pers.) Poir. – Осока буроватая, *C. heleonastes* Ehrh. – Осока болотолюбивая, *Schoenoplectus triqueter* (L.) Palla (*S. triqueter* L.) – Шеноплектус трёхгранный.

Палеарктический геоэлемент. Всего 24 вида (34,29 %), это такие как *Juncellus serotinus* (Rottb.) Clarke (*Cyperus serotinus* Rottb.) – Ситничек поздний, *Cyperus fuscus* L. – Сыть чёрно-бурая, *C.s Glomeratus* L. – Сыть скученная, *Isolepis setacea* (L.) R.Br. (*Schoenoplectus setaceus* (L.) Palla*;* (*Scyrpus setaceus* L.) – Шеноплектус щетинковидный, *Bolboschoenus glaucus* (Lam.) S.G.Sm. –Клубнекамыш сизый, *Blymus compressus* (L.) Panz. ex Link – Блимус сжатый, *Carex rostrata* Stokes – Осока носатая, *C. vesicaria* L. (C. *inflata Huds.)* – Осока пузырчатая, *C. dichroa* Freyn (C. *pamirica (*O.Fedtsch.) O. et B. Fedtsch.) – Осока двуцветная, *C. acutiformis* Ehrh. – Осока островатая, *C. riparia* Curt. – Осока береговая, *C. melanostachya* Bieb. ex Willd. – Осока черноколосая, *C. caryophyllea* Latourr. – Осока гвоздичная, *C.alba* Scop. – Осока белая, *C. omskiana* Meinsh. (C. *Elata* All.) – Осока омская, *C. cespitosa* L. – Осока дернистая, *C.polyphylla* Kar.et Kir. – Осока многолистная, *C. contigua* Hoppe – Осока соседняя, *C. praecox* Schreb. – Осока ранняя, *C. divisa* Huds. – Осока раздельная, *C. remota* L. – Осока раздвинутая, *C. leporine* L. – Осока заячья, *C. canescens* L. – Осока сероватая, *Schoenoplectus tabememontanii* (C.C. Gmel.) Palla (*S. tabernemontanii* C.C.Gmel.) – Шеноплектус Табернемонтана.

Панбореальный. Насчитывает 1 вид (1,43 %) – *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla (*Scyrpus lacustris* L.) – Шеноплектус озёрный.

Евро-Сибирский геоэлемент. Насчитывает 4 вида (5,71 %): *Carex humilis* Leyss. (*C. Buschiorum* V. Crecz.) – Осока низкая, *C. tomentosa* L. – Осока шерстистая, *C. supine* Willd. ex Wahlenb. – Осока приземистая, *Scirpus sylvaticus* L. – Камышник лесной.

Евро-Кавказский геоэлемент. Количество видов 4 (5,71 %): *Carex hirta* L. – Осока волосистая, *C. Michelii* Host. – Осока Микели, *C. Huetiana* Boiss. – Осока Юэта, *C.digitata* L. – Осока пальчатая.

Таблица 3. Географический спектр семейства Осоковые Чеченской Республики

№	ГЕОЭЛЕМЕНТ	Кол-во	%
ОБЩЕГОЛАРКТИЧЕСКИЕ			
1	Голарктический	13	18,57
2	Палеарктический	24	34,29
БОРЕАЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ			
3	Панбореальный	1	1,43
4	Евро-Сибирский	4	5,71
5	Евро-Кавказский	4	5,71
6	Кавказский	4	5,71
7	Понтическо-Южносибирский	1	1,43
ДРЕВНЕСРЕДИЗЕМНОМОРСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ			
8	Общедревнесредиземноморский	1	1,43
9	Западнодревнесредиземноморский	2	2,86
10	Восточнодревнесредиземноморский	1	1,43
11	Армено-Иранский	1	1,43
12	Туранский	2	2,86
СВЯЗУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ			
13	Субсредиземноморский	4	5,71
14	Субкавказский	3	4,29
15	Субтуранский	5	7,14
	ИТОГО	70	100

Кавказский геоэлемент. Всего 4 вида (5,71 %): *Kobresia macrolepis* Meinsh. (*K. Capillifolia* (Decne) Clarke) – Кобрезия крупночешуйчатая, *Carex Bordzilowskii* V. Krecz. (*C. Schkuhrii* Willd; *C. liparocarpos* Gaudiri) – Осока Бордзиловского, *C. oligantha* Steud. – Осока немногоцветковая, *C.transcaucasica* Egor. – Осока закавказская.

Понтическо-Южносибирский геоэлемент. Общее число видов 1 (1,43 %). Это – *Carex colchica* J.Gay – Осока колхидская.

Общедревнесредиземноморский геоэлемент. Таких видов насчитывается 1 (1,43 %): *Scirpoides holoschoenus* (L.) Sojak – **Г**олосхенус обыкновенный.

Западнодревнесредиземноморский геоэлемент. Таких видов 2 (2,86 %): *Cladium mariscus* (L.) Pohl – Меч-трава обыкновенная, *Cyperus Longus* L. – Сыть длинная.

Восточнодревнесредиземноморский геоэлемент. Насчитывает 1 вид (1,43 %). Это ***Cyperus*** *Glaber* L. – Сыть гладкая.

Армено-Иранский геоэлемент. Насчитывает 1 вид (1,3 %) – *Carex songorica* Rfr. et Kir. – Осока джунгарская.

Туранский геоэлемент. Насчитывает 2 вида (2,86 %): *Carex diluta* Bieb. – Осока светлая, *Schoenoplectus litorali*s (Schrad.) Palla (*S. litoralis* Schrad.) – Шеноплектус приморский.

Субсредиземноморский геоэлемент. Количество видов 4 (5,71 %): *Carex hordeistichos* Vill. – Осока ячменорядная, *C.Transsilvanica* Schur(*C. depressa* Link) – Осока трансильванская, *C. Otrubae* Podp. – Осока Отрубы, *Schoenus nigricans* L. – Схенус черноватый.

Субкавказский геоэлемент. Общее число видов 3 (4,29 %): *Carex tristis* Bieb. (C. *meinshauseniana* V.Krecz.) – Осока печальная, *C. cancasica* Stev. – Осока кавказская, *C. kotschiana* Boiss. et Hohen. (C. *orbicularis* Boiss. et Hohen.) – Осока Кочи.

Субтуранский геоэлемент. Число видов 5 (7,14 %): *Juncellus pannonicus* (Jacq.) Clarke (*Acorellus pannonicus* (Jacq.) Palla) – Ситничек венгерский, *Eleocharis palustris* (L.) Roem.et Schult. – Болотница болотная, *E. uniglumis* (Link) Schult. (*E. multiseta* Zinserl.) – Болотница одночешуйчатая, *Kobresia persica* Kuk. et Bornm. (*K. Humilis (C.A. Mey. ex Trautv.) Serg.)* – Кобрезия персидская, *Carex stenophylla* Wahlenb. (C. *uralensis* Clarke; *C. dimorphotheca* Stschegl.; *C. Stenophylloides* (V.Crecz.) Egor.) – Осока узколистная.

Выводы. Наибольшее число видов насчитывает род *Carex* **(**Осока) – 43, что составляет (61,43 %) от общего числа исследованных видов; на втором месте род *Eleocharis* (Болотница) который представлен 5 видами (7,14%); третье место по количеству видов занимают рода *Cyperus* (Сыть), *Schoenoplectus* (Шеноплектус) – 4 вида (5,71 %); по одному виду (1,43%) насчитывают рода *Pycreus* (Ситовник), *Cladium* (Меч-трава), *Isolepis* (Шеноплектус), *Blymus* (Блимус), *Schoenus* (Схенус), *Scirpus* (Камышник), *Scirpoides* (Голосхенус). Гемикриптофиты представлены 48 (68,57 %) видами, криптофиты – 16 видами (22,86 %). Всего терофитов насчитывается 6 видов (8,57 %). Главенствующее место в исследуемой флоре занимают общеголарктические геоэлементы (47,44 %). бореальные геоэлементы, составляющие 17,95 % представителей изучаемого семейства, на третьем месте - связующие геоэлементы (19,38 %). Связующие элементы составляют 0,6% флоры. Древнесредиземноморские элементы составляют 8,97 % флоры.

Список литературы

1. Алёхин В.В., Кудряшов Л.В., Говорухин В.С. География растений с основами ботаники. -М., 1944. -532 с.2
2. Иванов А.Л. Флора Предкавказья и её генезис. Ставрополь: Изд-во СГУ, 1998. -204 с. 18

3. Портениер Н.Н. Географический анализ флоры бассейна реки Черек Безенгийский (Центральный Кавказ). I. Природные условия района и общая характеристика его флоры и растительности // Ботанический журнал. – 1993а. Т. 78. № 10. -С. 16-22. 31
4. Портениер Н.Н. Географический анализ флоры бассейна реки Черек Безенгийский (Центральный Кавказ). II. Географические элементы // Ботанический журнал, 1993б. Т. 78. № 11. -С. 1-17. 32
5. Портениер Н.Н. Система географических элементов флоры Кавказа // Ботанический журнал, 2000б, Т. 85, №9. -С. 26-33. 34
6. Умаров М.У., Тайсумов М.А. Конспект флоры Чеченской Республики. Грозный, 2011. - 152 с.47
7. Юрцев Б.А., Камелин Р.В. Основные понятия и термины флористики. -Пермь, 1991. - 80 с. 50
8. Raunkiaer C. The life forms of plants and statistical plant geography. -Oxford: Clarendon Press, 1934. -632 p.54

АНАЛИЗ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЗОНЫ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ

Карташова Н.П.[1], Кулакова Е.Н.[1]*, Ляшенко Е.С.[1]
[1] ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова», Воронеж, Российская Федерация
*E-mail: kulakova_92@list.ru

ANALYSIS WOOD AND SHRUBS VEGETATION OF THE ZONE OF CONIFEROUS-BROAD-LEAVED FORESTS

Kartashova N.P.[1], Kulakova E.N.[1]*, Lyashenko E.S.[1]
[1]Department of Landscape Architecture and Soil Science, Voronezh State Forest Engineering University named after G.F. Morozov, 8 Timiryazev Street, Voronezh, 394087, Russian Federation
*E-mail: kulakova_92@list.ru

Аннотация. Исследования проводились в рамках лесорастительных зон, при этом основным документом являлся приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08.2014 № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации». Результаты анализа лесной растительности приводятся на примере Южного Федерального округа, относящегося к зоне смешенных хвойно-широколиственных лесов европейской части Российской Федерации. Смешанные хвойно-широколиственные леса чаще всего представлены елью, сосной, дубом, липой, ясенем, кленом, вязом.

Основным источником информации выступали лесные планы субъектов Российской Федерации, размещенные на официальном сайте органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации. Руководствуясь данными лесных планов и материалами лесного реестра (Форма № 2-ГЛР), используя метод сравнительного анализа в каждом из субъектов определены преобладающие основные лесообразующие породы. Определение основных лесообразующих пород устанавливалось исходя из распределения покрытой лесом площади по основным лесообразующим породам в процентном соотношении. За 100% процентов взята общая площадь лесом в границах субъекта. По результату для каждого субъекта установлен перечень основных лесообразующих пород (хозяйственно-ценных пород) способных в данных лесорастительных условиях сформировать высокопродуктивные, устойчивые насаждения более высокой продуктивности и качества,

что в свою очередь способствует повышению устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. На основании полученных данных для каждого из субъектов рекомендован ассортимент древесно-кустарниковой растительности.

Ключевые слова: зона хвойно-широколиственных лесов, южный Федеральный округ, лесной план, основные лесообразующие породы, устойчивые насаждения

Abstract. The studies were carried out within the framework of forest zones, while the main document was the order of the Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation dated August 18, 2014 № 367 «On Approval of the List of Forest Zones of the Russian Federation and the List of Forest Regions of the Russian Federation». The results of the analysis of forest vegetation are given on the example of the Southern Federal District, which belongs to the zone of mixed coniferous-deciduous forests of the European part of the Russian Federation. Mixed coniferous-deciduous forests are most often represented by spruce, pine, oak, linden, ash, maple, and elm.

The main source of information was the forest plans of the constituent entities of the Russian Federation, posted on the official website of the executive authorities of the constituent entities of the Russian Federation. Guided by the data of forest plans and materials of the forest register (Form No. 2-SLR), using the method of comparative analysis in each of the subjects, the prevailing main forest-forming species were determined. The definition of the main forest-forming species was established based on the distribution of the area covered with forest by the main forest-forming species in percentage terms. For 100% percent, the total forest area within the boundaries of the subject was taken, then knowing the area occupied by the tree species, the percentage of the forest area occupied by it was calculated. As a result, for each subject, a list of the main forest-forming species (economically valuable species) is established that are capable of forming highly productive, sustainable plantations of higher productivity and quality in these forest conditions, which in turn contributes to increased resistance to adverse environmental factors. Based on the data obtained, an assortment of trees and shrubs is recommended for each of the subjects.

Keywords: zone of coniferous-deciduous forests, southern Federal District, forest plan, main forest-forming specie, sustainable plantings

В первой половине 19 в. А. Гумбольтом было предложено разделить земной покров на природные пояса, а в 1898 году русским ученым почвоведом В. В. Докучаевым были установлены природно-географические зоны почвенного покрова, которые совпадали с зональностью климата, растительностью и животным миром (Харитонович, 1968). Разделение на природные пояса и зоны в настоящий момент остаются актуальными и являются основной географической закономерностью распределения древесно-кустарниковой растительности по поверхности земли. На юге нашей страны располагается субтропический пояс, за ним следует умеренный, переходящий в субарктический и далее в арктический пояс Северного полушария (Филипчук, 2020). В соответствии с расположением полюсов располагается лесная растительность, которая связывается со следующими зонами: тундра, лесотундра, таежная зона, широколиственные и смешанные хвойно-широколиственные леса, лесостепная зона, степная зона, полупустыни и пустыни, субтропики.

В пределах Южного Федерального округа находятся 8 субъектов: Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Республика Крым, Краснодарский край, Астраханская, Волгоградская, Ростовская области, город Севастополь.

Астраханская область - субъект, расположенный на юго-западе Российской Федерации, в котором твердолиственные насаждения занимают 17,28% от покрытой лесом

площади, мягколиственные - 62,83%, прочие древесные породы- 0,48% и кустарники - 19,41%.

Преобладающей породой по области является Ива древовидная, средневзвешенный состав - 4,4Ив3,1Тч1,2Я0,5Вм0,3Тг0,2Дн0,1В0,1Д0,1Су. Распространены светло-каштановые, бурые, полупустынные, пойменные почвы, солонцы и солончаки. Средний класс бонитета II.

Распределение покрытых лесной растительностью земель по лесообразующим породам приведено на рисунке 1.

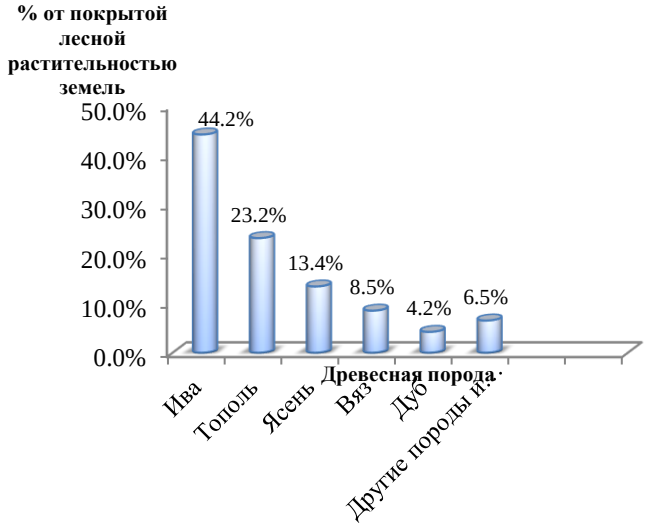


Рисунок 1. Распределение покрытых лесной растительностью земель по лесообразующим породам

Из данных рисунка 1 мы видим, что преобладающей лесообразующей породой в Астраханской области является ива (44,2%). На долю тополя приходится 23,2%, на долю ясеня – 13,4%, вяза – 8,5%, дуба– 4,2%, на остальные породы и на кустарники – 6,5%.

Волгоградская область расположена на юго-востоке Восточно-Европейской равнины, леса занимают 4% территории и распространены в основном по речным долинам. Видовой состав лесных насаждений представлен сосной, дубом, ясенем, вязом, клёном, берёзой, осиной, ольхой, липой, тополем, ивой. Основные площади заняты (в %): сосной обыкновенной -15,0; дубом - 45,4; вязом - 6,4; тополем - 7,6; ясенем - 5,9; ивами древовидными - 3,3; тальником - 2,0. В возрастной структуре лесов преобладают молодняки и средневозрастные насаждения (около 70 % площади). На долю спелых и перестойных приходится 17,0%, в которых мягколиственные породы составляют более половины насаждений (59%). Общий запас древесины во всех возрастных насаждениях - 28,9 млн. куб. км. Средний состав насаждений 6С2Дн1Б1Ос, 4С2Д1Кл1Лп1Б1Ос. На территории области распространены чернозёмные, тёмно-каштановые, каштановые и светло-каштановые почвы («Воронежлеспроект», 2018).

Распределение покрытых лесной растительностью земель по лесообразующим породам приведено на рисунке 2.

Рисунок 2. Распределение покрытых лесной растительностью земель по лесообразующим породам

Из данных рисунка 2 мы видим, что преобладающей лесообразующей породой в Волгоградской области является дуб (45,4%). На долю сосны приходится 15,0%, на долю тополя – 7,6%, ясеня – 5,9%, вяза – 6,4%, ивы– 3,3%, на остальные породы и на кустарники – 16,4%.

Леса Волгоградской области относятся к категории защитных, выполняющих водоохранную, противоэрозионную и рекреационную функции, поэтому сохранение и преумножение лесного богатства области приоритетно в данном регионе.

Почти четвертая часть территории Краснодарского края покрыта лесом. Общая площадь лесов составляет 1,7 млн. га. По породному составу: дубовые насаждения занимают 53,5 %; буковые - 20 %; хвойные - 6,5 %; мягколиственные и прочие породы - около 20 %. Спелые и перестойные насаждения занимают 38,2 % общей площади лесов.

Распределения лесов по группам древесных пород и группам возраста за год, предшествующий разработке проекта Лесного плана Краснодарского края, можно комментировать преобладанием твердолиственной группы пород, составляющей 77,7 % от земель, покрытых лесной растительностью. На долю хвойных насаждений приходилось 8,7 %, мягколиственных - 8,5 %, прочих пород и кустарников - 5,1 %. В хвойных насаждениях преобладали спелые и перестойные, на долю которых приходилось 73,7%, а в твердолиственных насаждениях – средневозрастные, занимающие 42,5 % и спелые и перестойные - 42,9 %. Мягколиственные насаждения были представлены на 41,7 % спелыми и перестойными насаждениями, средневозрастными — 30,7 %. При этом средний состав насаждений следующий: 2,9Дс 2,3Сп 1,4Г 0,6Яо 0.5Днс 0,5Бк 0.3Со 0,3 Дня 0,3Ос0,2К ж 0,2Гш 0,1 Лпм 0.1 Ск 0,1 Дня 0,1 Дч 0,1 Кло. Почвы на территории края представлены черноземами, серо-степными, бурыми лесными и дерново-карбонатными. Для хвойных древесных пород средний класс бонитета – III, мягколиственные и твердолиственные породы в основном представлены II классом бонитета («Воронежлеспроект», 2018).

Распределение покрытых лесной растительностью земель по лесообразующим породам приведено на рисунке 3.

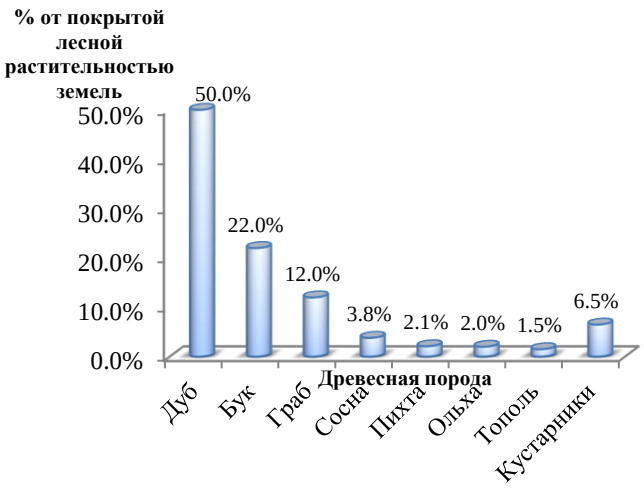


Рисунок 3. Распределение покрытых лесной растительностью земель по лесообразующим породам

Из данных рисунка 3 мы видим, что преобладающей лесообразующей породой в Краснодарском крае является дуб (50%). На долю бука приходится 22%, на долю граба – 12%, сосны – 3,8%, пихты – 2,1%, ольхи – 2%, тополя – 1,5%, на остальные породы и на кустарники – 6,5%.

Республика Адыгея – расположена на юго-западе Российской Федерации, в левобережье Кубани, занимает центральную часть Прикубанской наклонной (Закубанской) равнины и северные склоны Северо-Западного Кавказа.

Земли лесного фонда в 2017 г. занимали 239,50 тыс. га (30,7% площади республики), из них покрыты лесной растительностью - 227,10 тыс. га. Площадь лесопокрытых земель с 2010 г. увеличилась незначительно - примерно на 0,4 тыс. га или около 0,2%. Все леса на землях лесного фонда относятся к защитным лесам. Лесистость по всем землям составляет 36,7%. Преобладают спелые и перестойные леса (23,60 млн $м^3$), по породному составу - твердолиственные (38,88 млн $м^3$). Средний состав насаждений 0,1С1,4П3,5Д0,8Дн2,5Бк0,7Гр0,3Я0,1Кл. На территории республики распространены черноземы, серые и бурые лесные, дерново-карбонатные, горно-лесные и горно-луговые почвы. Средний класс бонитета II и III («ЛЕСПЛАН», 2018).

Распределение покрытых лесной растительностью земель по лесообразующим породам приведено на рисунке 4.

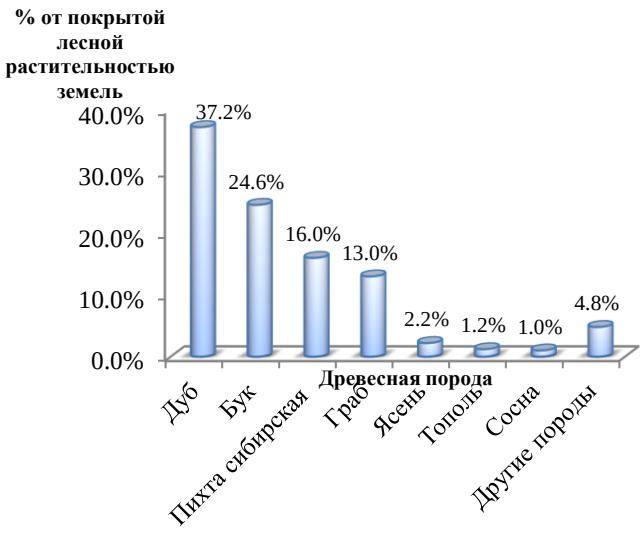


Рисунок 4. Распределение покрытых лесной растительностью земель по лесообразующим породам

Из данных рисунка 4 мы видим, что преобладающей лесообразующей породой в Республике Адыгея является дуб (37,2%). На долю бука приходится 24,6%, на долю пихты – 16%, граба – 13%, ясеня – 2,2%, тополя – 1,2%, сосны – 1% и остальные породы – 4,8%.

Республика Калмыкия располагается на крайнем юго-востоке европейской части России и является самым безлесным регионом Российской Федерации. Природно-климатические условия республики не обеспечивают восстановление насаждений естественным путем, процент лесистости территории составляет всего 0,22. Все лесные насаждения выполняют защитные функции и представлены в основном лесополосами. Естественные леса на территории республики отсутствуют. Лесные полосы по республике размещены неравномерно. Средний состав насаждений для мягколиственных 0,2Яз 0,1Кля 0,1Вм 5,1Тч 1,9Ивд 0,7Тм0,8Дж 0,3Ивк 0, 8Лх, твердолиственных - 7,8Д 0,2Яз 0,1Кля 0,7Вм 0,5А 0,2Гл0,3Орг 0,2Ску, 0,2Яз 0,1Кля 0,1Вм 5,1Тч 1,9Ивд 0,7Тм0,8Дж 0,3Ивк0,8Лх. Почвы - черноземы обыкновенные карбонатные; темно-каштановые почвы карбонатные, каштановые почвы солонцеватые («Техноцентр», 2019).

Среди твердолиственных пород, произрастающих в лесах Республики Калмыкия, значительно преобладает вяз, дуб высокоствольный и акация белая, занимающие, соответственно, 54,9%, 22,5% и 8,5% от общей площади твердолиственных насаждений и 33,3%, 43,3 и 6,7% от запасов этой группы древесных пород. На долю остальных твердолиственных пород приходится 14,1% площади и 16,7% запасов твердолиственных пород.

Мягколиственные породы представлены в основном двумя древесными породами: тополем и ивой древовидной. Среди них значительно преобладает тополь, произрастающий на 70,0% площади мягколиственных насаждений с долей запаса насаждений – 66,7%. На долю ивы древовидной приходится 30% площади и 33,3% запаса.

Распределение покрытых лесной растительностью земель по лесообразующим породам приведено на рисунке 5.

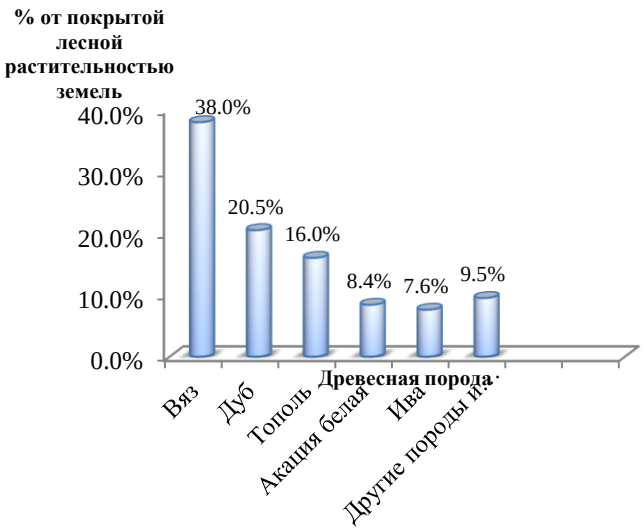


Рисунок 5. Распределение покрытых лесной растительностью земель по лесообразующим породам

Из данных рисунка 5 мы видим, что преобладающей лесообразующей породой в Республике Калмыкия является вяз (38%). На долю дуба приходится 20,5%, на долю тополя – 16%, акации белой – 8,4%, ивы – 7,6%, и остальные породы и на кустарники – 9,5%.

Ростовская область целиком расположена в степной зоне, чем и определяется характер покрывающей ее растительности. В прошлом, до начала активного вмешательства человека в природу, здесь господствовала вековечная целинная степь, от которой остались незначительные островки на склонах балок, на опушках лесов, а также в виде небольших участков, принадлежащих конезаводам и лесхозам — в основном в восточных районах.

Основными лесообразующими породами на территории области являются дуб (33%) и сосна (32%); преобладают молодняки (48%) и средневозрастные (33%) насаждения. Почвы - черноземы, каштановые, пойменные почвы и пески. Средний состав хвойных насаждений следующий: 3С2Днв2Днн1Яо1А1Т, 5С2Днн1Кл1В1Т+Яо, твердолиственных - 4Днв2С2Днн1Яо, 4Днн1Днв4А1В, 5Днв3Днн2А, мягколиственных - 3Б1Ос1Лп 2Кл2Дн1С, 3Ос2Б1Олч1Лп 2Дн 1С 2Лп2Ос 3Дн3С+Б+Т+Кл+Дв. Почвы на территории области представлены черноземами, каштановыми, пойменными и песками. Насаждения II, III класса бонитета («Воронежлеспроект», 2019).

Распределение покрытых лесной растительностью земель по лесообразующим породам приведено на рисунке 6.

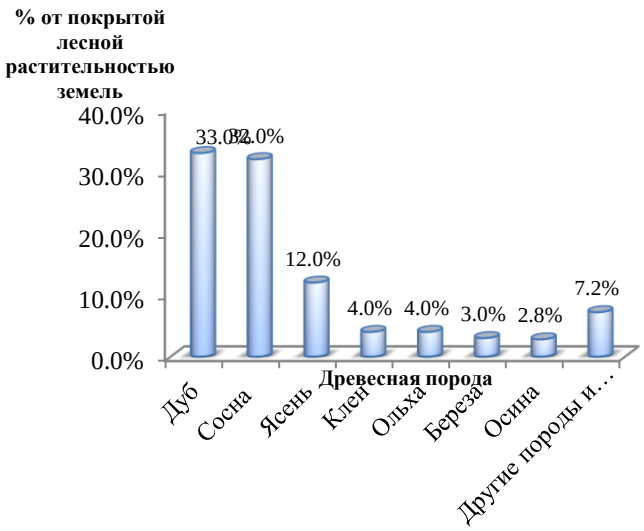


Рисунок 6. Распределение покрытых лесной растительностью земель по лесообразующим породам

Из данных рисунка 6 мы видим, что преобладающими лесообразующими породами в Ростовской области являются дуб (33%) и сосна (32%). На долю ясеня приходится 12%, на долю ольхи – 4%, клена – 4%, березы– 3,0%, осины – 2,8%, на остальные породы и на кустарники – 7,2%.

Лесной план Республики Крым и города Севастополь не вошли в проведенный анализ по причине отсутствия информации в открытом доступе на официальных сайтах органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

По результатам проведенного анализа древесно-кустарниковой растительности было установлено:

Породный состав зависит от особенностей рельефа местности, экспозиции склона, высоты над уровнем моря.

Зона смешанных хвойно-широколиственных лесов в основном представлена дубом, сосной, липой, ясенем, буком, березой.

При лесовосстановлении рекомендуется использовать древесные породы, соответствующие определённым лесорастительным условиях, как результат высокая продуктивность.

Список литературы

1. Лесной план Астраханской области. - «Черноземный институт мониторинга земель,экосистем и экономики природопользования» (ООО «ЧИМЗ»), 2014. – 263 с.
2. Лесной план Волгоградской области.- «Воронежлеспроект», 2018.- 211 с.
3. Лесной план Краснодарского края.- «Воронежлеспроект», 2018.- 174 с.
4. Лесной план республика Адыгея.- «ЛЕСПЛАН», 2018. – 202 с.
5. Лесной план республики Калмыкия. - «Техноцентр», 2019.- 201 с.
6. Лесной план Ростовской области.- «Воронежлеспроект», 2019.- 173 с.
7. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18 августа 2014 года № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации».

8. Филипчук, А. Н., Малышева Н. В., Золина Т. А., Югов А. Н. Бореальные леса России: возможности для смягчения изменения климата// Лесохозяйственная информация. - 2020.- № 1. – С.92-114.
9. Харитонович, Ф. Н. Биология и экология древесных пород [Текст] / Ф. Н. Харитонович. – М.: Лесн. пром-сть, 1968. – 304 с.

К ВОПРОСУ О СОХРАНЕНИИ СТЕПНЫХ ФОРМАЦИЙ С УЧАСТИЕМ ВИДОВ ИЗ РОДА CRAMBE (BRASSICACEAE) В РЕГИОНЕ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД

Ковалева Л. А.
Кисловодский сектор научного отдела ФГБУ «Сочинский национальный парк», г. Кисловодск
ФГБУ «Национальный парк «Кисловодский», старший научный сотрудник, к. с.-х. н., г. Кисловодск, Россия,
Vladi49@bk.ru

TO THE QUESTION OF PRESERVATION OF STEPPE FORMATIONS WITH THE PARTICIPATION OF THE GENUS CRAMBE (BRASSICACEAE) IN THE REGION OF CAUCASIAN MINERAL WATERS

L. A. Kovaleva
Kislovodsk sector of the scientific department of the Sochi National Park, Kislovodsk
Kislovodsk National Park, Senior Research Scientist,
Candidate of Agricultural Sciences, Kislovodsk, Russia,
Vladi49@bk.ru

Аннотация. представленные материалы являются результатом четырехлетних (2017-2020гг.) исследований степных сообществ в регионе Кавминвод. В работе приводятся краткие сведения об объектах с указанием географических координат. Дается геоботаническая характеристика растительных формаций, акцентируется внимание не только на наличии в составе представителей рода *Crambe*, но и на присутствие охраняемых видов различного охранного статуса, а также редких видов, нуждающихся в охране, эндемиков и реликтов. Показано созологическое значение и метод сохранения уникальных растительных формаций.

Ключевые слова: степные сообщества, катраны, охраняемые виды, эндемики, реликты, методы сохранения

Abstract. The presented materials are the result of four-year (2017-2020) studies of steppe communities in the region of Caucasian Mineral Waters. The article provides brief information about objects with geographical coordinates. Geobotanical characteristics of plant formations are given, attention is focused not only on the presence of representatives of the genus *Crambe*, but also on the presence of protected species of various conservation status, as well as rare species in need of protection, endemics and relics. The sozological significance and method of preserving unique plant formations are shown.

Keywords: steppe communities, katrans, protected species, endemics, relics, conservation methods.

В регионе Кавказских Минеральных Вод встречаются в основном три вида катранов – Стевена (*Crambe steveniana* Rupr.), сердцелистный (*Crambe cordifolia* Steven) и

коктебельский (*Crambe koktebelica* (Junge) N. Busch). Их произрастание приурочено к степным фитоценозам.

Рисунок 1. Катран Стевена (*Crambe steveniana* Rupr.) - исчезающий вид, внесенный в Красные книги Ставропольского края и России на склоне горы Дубровки

Катран Стевена (Рис. 1) внесен в Красную книгу Ставропольского края (2013) в статусе 1(Е) как исчезающий вид в категории II - субэндемик флоры Ставрополья. Вид внесен также и в Красную книгу России (2008).

Наиболее компактная популяция данного вида находится на южном склоне горы Дубровки, которая входит в состав городского округа г. Пятигорска. Гора имеет высоту 690 м над ур. моря и представляет собой обособленный денудационно-эрозионный останец площадью 308 га, возвышающийся над поверхностью высокой раннечетвертичной террасы (Гаазов, 2004).

С 1961г гора Дубровка имеет статус комплексного (ландшафтного) Памятника природы краевого значения. Склоны горы, кроме южного, покрыты реликтовым лиственным лесом. Второе название горы – Бритая. Ее южный склон, покрытый степной растительностью, действительно похож на выбритое пространство. Именно здесь, на южном склоне сохранилась разнотравно-злаковая реликтовая степь, где произрастают катраны. В верхней и средней части склон очень крутой, местами переходящий в скальные обрывистые участки. Видимо по этой причине территория не используется в хозяйственном отношении.

Степь, площадью 22,3 га, расположенная в диапазоне координат: $44^0 00' 36,9''$ с. ш. $43^0 01' 44''$ в. д. и $44^0 00' 43,8''$ с. ш. $43^0 01' 21,6''$ в. д., занимает почти весь южный склон.

Наряду с катраном Стевена, здесь встречается катран сердцелистный (*Crambe cordifolia* Steven) – исчезающий вид, внесенный в Красные книги Ставрополья и России (Рис. 2). Охранный статус вида – 1(E), категории II – субэндемик флоры Ставрополья.

Катран сердцелистный встречаются у южного подножия горы, а катран Стевена наиболее компактно произрастает в средней части склона на высоте 350 м над ур. моря в полосе разнотравно-злаковой степи. В верхней части склона обширными куртинами произрастает *Iris pumila* L. – редкий вид, внесенный в Красные книги Ставрополья и России. Часто встречаются: *Onobrychis vassilczenkoi* Grossh. - субэндемик флоры Ставрополья, *Dictamnus caucasicus* (Fisch. ex C. A. Mey.) Grossh. - эндемик Предкавказья, *Psephellus leucophyllus* M. Bieb. - субэндемик флоры Ставрополья, внесенный в Красную книгу Ставропольского края, реже - *Clematis integrifolia* L. - реликт третичного периода, внесенный в Красную книгу Ставрополья, *Astragalus brachycarpus* Bieb. – эндемик Пятигорья, внесенный в Красную книгу Ставропольского края, *Vincetoxicum hirundinaria* Medicus - эндемик флоры Ставрополья, внесенный в Красную книгу Ставропольского края. Изредка - *Astragalus lasioglottis* Steven ex M. Bieb. – реликт ксеротермического периода, внесенный в Красную книгу Ставропольского края, *Asperula biebersteinii* V. J. Krecz. – северокавказский эндемик, *Diphelypaea coccinea* (Bieb) Nicolson – редкий вид, внесенный в Красную книгу Ставрополья, *Iris notha* M. Bieb. – субэндемик флоры Ставрополья, внесенный в Красные книги Ставропольского края и России. Небольшими куртинами встречается *Anemone sylvestris* L. - редкий вид, внесенный в Красную книгу Ставрополья.

Представленное растительное сообщество находится в зоне интенсивного антропогенного воздействия, поскольку расположено в шаговой доступности от населенных пунктов и соседствует с заброшенными фруктовыми садами. Территория подлежит охране, как созологически значимый участок реликтовой степи, в составе которой, вместе с катранами, произрастает 19 редких и реликтовых видов различного охранного статуса. Это одно из наиболее крупных популяций катрана Стевена на Ставрополье.

Одна из многочисленных популяций катрана сердцелистного находится в 2,5 км южнее горы Лысой – в правобережной части реки Подкумок (Рис. 3) в диапазоне координат $44^0 05' 75,8''$ с. ш. $43^0 21' 93,6''$ в. д. и $44^0 05' 65,3''$ с. ш. $43^0 22' 15,3''$ в. д.

Катраны произрастают здесь в составе злаково-разнотравной степи, расположенной на площади 9,8 га среди сельхозугодий. Сложный рельеф обусловил наличие склонов разных экспозиций со значительным перепадом высот. Это способствовало созданию различных условий произрастания и, как следствие, формированию богатого видового состава.

Из охраняемых и редких видов здесь часто встречаются: *Iris aphylla* L. - субэндемик флоры Ставрополья, внесенный в Красные книги Ставропольского края и России., *Psephellus leucophyllus* (M. Bieb.) C. A. Meyer, *Stipa pennata* L. - уязвимый вид, внесенный в Красные книги России и Ставропольского края, реже - *Iris pumila* L., *Onobrychis inermis* Steven, *Dictamnus caucasicus* (Fisch. & C. A. Mey.) Grossh., *Iris notha* M. Bieb. и *Anemone sylvestris* L. Редко или единично - *Onobrychis vassilczenkoi* Grossh., *Astragalus brachycarpus* Bieb. и *Orchis tridentata* Scop - редкий вид, внесенный в Красные книги Ставропольского края и России.

Рисунок 2. Катран сердцелистный (*Crambe cordifolia* Steven) – исчезающий вид, внесенный в Красные книги Ставрополья и России, у подножия г. Дубровки.

Представленный фитоценоз имеет созологическое значение как степная формация богатого видового состава с наличием в травостое 22 охраняемых и редких видов, и крупной группировкой катрана сердцелистного.

Вторая, не менее многочисленная популяция *Crambe cordifolia* находится на горе Столовой. Это останцовая гора высотой 715 м над ур. моря, расположенная в 12 км к юго-востоку от Пятигорска, на границе Ставропольского края и Кабардино-Балкарской республики. Координаты местоположения: 43^0 96/ 08,7// с. ш. 43^0 13/ 26,1// в. д. Она менее популярна в туристической среде и менее посещаема. На склонах сохранились уникальные степные формации с участием эндемичных, редких и реликтовых видов.

С восточной стороны склон горы несколькими уступами спускаются к озеру Тамбукан, знаменитому лечебной грязью. С северной стороны располагается Горячеводское, с южной - Зольское плато (Гниловской, 1974). С 1961 года гора Столовая входит в Государственный природный заказник Ставропольского краевого значения «Озеро Тамбукан» площадью 617,3 га.

Травяной покров горы характерен для зональных степей данного региона. Сохранившиеся здесь ковыльно-бородачевые девственные степи включены в Красную книгу России (Щербаков, 2008). Вершина горы имеет равнинную поверхность и используется под сельхозкультуры. Склоны различной крутизны изрезаны балками, имеющими конусы выноса в озеро Тамбукан.

Рисунок 3. Популяция *Crambe cordifolia* Steven в составе злаково-разнотравной степи в окрестностях горы Лысой

В верхней части склонов встречаются реликты третичного периода, внесенные в Красную книгу Ставрополья - *Paeonia tenuifolia* L. и *Clematis integrifolia* L. Пионы формируют обширные куртины, а клематисы растут небольшими группами или одиночно. Изредка встречаются - *Iris aphylla* L. и *Iris pumila* L. Ранней весной распространен *Adonis vernalis* L. - редкий вид, внесенный в Красную книгу Ставрополья.

Катран сердцелистный (Рис. 4) произрастает в верхних частях восточного и южного склонов на границе с пахотным полем. Совершенно очевидно, что до распашки верхней поверхности горы, катраны занимали здесь большие площади.

В средней и нижней частях склона куртинное расположение имеют *Dictamnus caucasicus* (Fisch. & C.A. Mey.) Grossh. и *Psephellus leucophyllus* M. Bieb. Рассеянно встречается *Gladiolus tenuis* M. Bieb. - редкий вид, внесенный в Красную книгу Ставрополья**.** В нижней части южного склона распространен *Iris notha* M. Bieb., произрастающий обширными куртинами.

Относительная удаленность горы Столовой от популярных туристических маршрутов способствовала сохранению здесь ценных для науки видов. По сути, склоны горы Столовой являются хранилищем генофонда местной зональной степной флоры.

Еще один представитель рода *Crambe* на Кавминводах - катран коктебельский (*Crambe koktebelica* (Junge) N. Busch) - реликт ксеротермического периода, исчезающий вид, внесенный в Красные книги Ставропольского края и России. Относительно обширная и многочисленная популяция данного вида располагается на южном склоне горы Шелудивой. Это одна из гор-лакколитов Пятигорья высотой 874 м над ур. моря и

площадью около 1 км^2. Шелудивая представляет одно из интереснейших мест региона. Прежде гора носила название Зеленая, потому что была покрыта густым лесом. В переломные моменты истории, в годы гражданской и Отечественной войн, для отопления нужны были дрова и реликтовые леса вырубались. В настоящее время нижняя часть северного склона занята жилыми городскими кварталами, а восточного – садовыми участками. Южный склон видоизменен карьерными выработками и представляет собой чередование скальных выступов и каменистых осыпей. Но даже при таком положении дел гора по-прежнему представляет научно - познавательный интерес для изучения растительного покрова и истории образования ландшафтов Пятигорья.

Гора Шелудивая с 1961 года является комплексным (ландшафтным) Памятником природы краевого значения.

Катран коктебельский произрастает на южном макросклоне Шелудивой, от юго-западной экспозиции до восточной. Наиболее крупная популяция находится в средней части южного склона с координатами местоположения - $44^0 05' 40,4''$ с. ш. $42^0 57' 56,9''$ в. д. на высоте 615-635 м над ур. моря. Катраны занимает здесь открытые участки с щебнистой поверхностью, эрозионно-каменистые склоны, карьерные выработки и отвалы. Общая площадь популяции около 5,5 га, плотность в среднем составляет 18 особей на 10 м^2 (Белоус, Елистратов, 2017). Местами катраны сплошь покрывают значительные территории (Рис. 5).

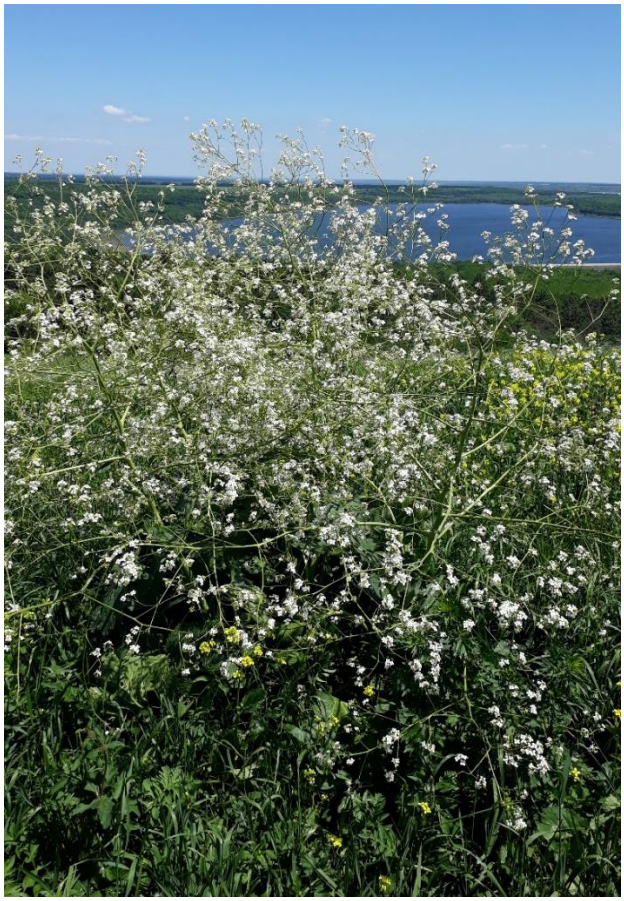


Рисунок 4. Катран сердцелистный (*Crambe cordifolia* Steven) – исчезающий вид, внесенный в Красные книги России и Ставропольского края на горе Столовой

Меньшая по площади популяция катрана коктебельского находится в нижней части юго-западного склона в диапазоне координат: $44^0 05' 49,8''$ с. ш. $42^0 58' 05,7''$ в. д. и $44^0 05' 49,2''$ с. ш. $42^0 58' 03,2''$ в. д. на высоте 730 м над ур. моря.

Доминирующими видами данной формации являются *Asphodeline taurica* (Pall. ex M. Bieb.) Endl. и *Stipa pulcherrima* C. Koch. – редкие виды, внесенные в Красные книги Ставрополья и России.

Рисунок 5. Популяция *Crambe koktebelica* (Junge) N. Busch на южном склоне горы Шелудивой

Катраны здесь произрастают в составе злаково-разнотравной реликтовой степи в нижней части склона (Рис. 6). Сообщество также богато большой группой редких и реликтовых видов. Выше катранов располагается популяция *Eremurus spectabilis* M. Bieb. - ксеротермического реликта, внесенного в Красные книги Ставрополья и России. Куртинное расположение имеют *Dictamnus caucasicus* (Fisch. & C.A. Mey.) Grossh. и *Onobrychis vassilczenkoi* Grossh.

В травостое встречаются редкие виды семейства ирисовых, внесенные в Красные книги Ставропольского края и России. Рассеянно по площади встречается *Iris pumila* L., небольшими куртинами *Iris notha* M. Bieb. и единично *Iris marschalliana* Bobr. Произрастает группа видов, внесенных в Красную книгу Ставрополья - *Psephellus leucophyllus* M. Bieb., *Centaurea ciscaucasica* Sosn., *Clematis lathyrifolia* Besser ex Rchb, *Clematis integrifolia* L., *Gladiolus tenuis* M. Bieb., *Scutellaria polyodon* Juz., *Anemone sylvestris* L., *Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br., *Astragalus brachycarpus* Bieb. Изредка встречается

реликтовый вид третичного периода - *Astragalus glycyphyllos* L. и единично *Tulipa suaveolens* Roth – редкий вид, внесенный в Красную книгу Ставропольского края и России.

Рисунок 6. *Crambe koktebelica* (Junge) N. Busch) в составе злаково-разнотравной реликтовой степи на юго-западном склоне г. Шелудивой

Представленные растительные сообщества имеют большое созологическое значение. Их объединяет не только произрастание в составе травостоя исчезающих видов рода *Crambe,* но и наличие большой группы редких и реликтовых видов, эндемиков и высокодекоративных видов с сокращающейся численностью. Изрезанность рельефа и пестрота экологических условий явилась предпосылкой формирования значительного видового разнообразия.

Проблема сохранения редких фитоценозов осложняется местонахождением в полосе повышенного антропогенного воздействия, в шаговой доступности от крупных и мелких населенных пунктов, что влечет за собой интенсивные рекреационные нагрузки, пастбищное воздействие, стихийные возгорания и целенаправленные осенние палы. Эти факторы негативно сказываются на сохранении растительного покрова. Имеющийся статус Памятников природы по разным причинам не всегда является действенным механизмом

защиты, поэтому представленным растительным сообществам следует придать статус особо ценных луговых массивов (ОЦЛМ). Это позволит привлечь внимание к данным объектам и усилит действенность уже имеющихся охранных механизмов.

Список литературы

1. Белоус В. Н., Елистратов О. А. Очерк природы горы Шелудивая (Экорегион «Кавказские Минеральные воды») - Экология России: на пути к инновациям: Межвузовский сборник научных трудов. - Сост. Т. В. Дымова. – Астрахань: издатель: Сорокин Роман Васильевич. 2017. – вып. 16. – С. 61-69.
2. Гаазов В. Л. Путешествие по ожерелью Северного Кавказа. Ставрополь: ПБОЮЛ. 2004. – 264с.
3. Гниловской В. Г. Занимательное краеведение. Ставрополь, кн. Изд-во, 1974. – 432 с.
4. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. Министерство природных ресурсов и экологии РФ. М.: товарищество научных изданий КМК. 2008. – 885с.
5. Красная книга Ставропольского края. Т. 1, Растения – Ставрополь: ООО «Астериск», 2013. – 400 с.
6. Щербаков А. В. Сокровища озера Большой Тамбукан. ООО «Издательский дом». Ессентуки, 2008. – 82 с.

НОВАЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯ PULSATILLA PRATENSIS (L.) MILL. (CEM. RANUNCULACEAE ADANS.) НА НИЖНЕКУНДРЮЧЕНСКОМ ПЕСЧАНОМ МАССИВЕ (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Кузьменко И.П., Федяева В.В., Дзигунова Ю.В.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
ipkuzmenko@sfedu.ru

NEW CENOPOPULATION PULSATILLA PRATENSIS (L.) MILL. (RANUNCULACEAE ADANS.) ON THE NIZHNEKUNDRUCHENSKY SANDY MASSIF (ROSTOV REGION)

Kuzmenko I.P., Fedyaeva V.V., Dzigunova Yu.V.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
ipkuzmenko@sfedu.ru

Аннотация. Приводится описание ценопопуляции редкого вида *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. на Нижнекундрюченском песчаном массиве. Ценопопуляция обитает в составе восстанавливающейся песчаной степи на месте сгоревшего массива *Pinus pallasiana* D. Don в ассоциации: *Stipa borysthenica* + *Festuca beckeri* – псаммофильное разнотравье. Площадь ценопопуляции составляет около 2000 кв. м. Ценопопуляция характеризуется удовлетворительными показателями численности, плотности, жизненности особей, полночленной возрастной структурой, высоким потенциалом семенного возобновления и самоподдержания, что в целом свидетельствует о благоприятных эколого-ценотических условиях среды её обитания. Самоподдержание численности ценопопуляции осуществляется более или менее регулярно, о чём свидетельствует наличие прегенеративных особей семенного происхождения.

В Ростовской области *Pulsatilla pratensis* охраняется *in situ* на 16 особо охраняемых природных территориях и культивируется (охраняется *ex situ*) в Ботаническом саду Южного федерального университета.

Интродуцированная микропопуляция по многим параметрам сходна с природной ценопопуляцией вида, обитающей на Нижнекундрюченском песчаном массиве. Это

свидетельствует о перспективности сохранения *Pulsatilla pratensis* в коллекции Ботанического сада ЮФУ и массового размножения его с целью репатриации в естественные местообитания, а также реконструкции угасающих природных популяций.

Ключевые слова: *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., Ростовская область, Нижнекундрюченский песчаный массив, Красная книга, ценопопуляция, возрастной спектр, семенная продуктивность, интродукция.

Abstract. A cenopopulation of a rare species *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill. on the Nizhnekundruchensky sandy massif is described. The cenopopulation lives as part of the recovering sandy steppe on the site of the burnt-out massif *Pinus pallasiana* D. Don in association: *Stipa borysthenica* + *Festuca beckeri* – psammophilic motley grass. The area of the cenopopulation is about 2000 sq. m. The cenopopulation is characterized by satisfactory indicators of number, density, vitality of individuals, full-member age structure, high potential of seed regeneration and self-maintenance, which generally indicates favorable ecological and cenotic conditions of its habitat. Self-maintenance of the cenopopulation occurs more or less regularly, as evidenced by the presence of pregenerative individuals of seed origin.

In the Rostov Region, *Pulsatilla pratensis* is protected *in situ* in 16 specially protected natural areas and cultivated (protected *ex situ*) in the Botanical Garden of the Southern Federal University.

In many respects, the introduced micropopulation is similar to the natural coenopopulation of the species inhabiting the Nizhnekundryuchensky sandy massif. This indicates the prospects of preserving *Pulsatilla pratensis* in the collection of the SFedU Botanical Garden and its mass reproduction for the purpose of repatriation to natural habitats, as well as the reconstruction of dying natural populations.

Keywords: *Pulsatilla pratensis* (L.) Mill., Rostov Region, Nizhnekundruchensky sandy massif, Red List, cenopopulation, age spectrum, seed productivity, introduction.

Pulsatilla pratensis (L.) Mill. [incl. *P. bohemica* (Skalický) Tzvel., *P. nigricans* auct. non Störck] (сем. Ranunculaceae Adans.) – прострел луговой – восточноевропейский дизъюнктивный вид, имеющий в Красной книге Ростовской области (2014) категорию статуса редкости 3б,в, как редкий вид, имеющий значительный ареал, в пределах которого встречается спорадически с небольшой численностью популяций, и имеющий узкую экологическую приуроченность, связанный со специфическими условиями произрастания. В Красной книге Российской Федерации (2008) имеет также категорию статуса редкости 3б (редкий вид). Прострел луговой включался в списки редких, исчезающих и нуждающихся в охране растений Ростовской области с 1977 г. (Зозулин и др., 1977).

Ареал вида включает Западную, Центральную и Восточную Европу, Южную Скандинавию, Западный Казахстан; в России спорадически встречается от Калининградской области до Волги и Заволжья, изолированные находки известны в Российской части Кавказа (Краснодарский край, Северная Осетия-Алания, Чеченская республика) (Литвинская, 2017).

В Ростовской области *Pulsatilla pratensis* рассеянно встречается практически во всех районах к северу от нижнего течения Дона; наиболее южные местонахождения отмечены на Доно-Цимлянском и Нижнекундрюченском песчаных массивах, а также по правому коренному борту долины Дона (окр. хут. Коныгина) (RV, RWBG).

Прострел луговой охраняется в Ростовской области *in situ* (в естественной среде) на 16 особо охраняемых природных территориях, расположенных в 11-ти административных районах: в Государственных природных заказниках «Цимлянский» (Цимлянский р-н) и «Горненский» (Красносулинский р-н); на территориях охраняемых ландшафтов: «Ольховые колки» и «Провальская степь» (Каменский р-н), «Фоминская дача»

(Миллеровский р-н), «Балки Липовая и Рассыпная» (Милютинский р-н), «Гора Городище» (Тарасовский р-н), «Раздорские склоны» и «Кундрюченские пески» (Усть-Донецкий р-н), «Балка Ясеневая» и «Разнотравно-типчаково-ковыльная степь» (Чертковский р-н), «Урочище Калинов куст» (Верхнедонской р-н), «Урочище Паники» (Шолоховский р-н); на территориях охраняемых природных объектов: «Обнажения горных пород» (Каменский р-н), «Меловые обнажения на р. Полной» (Миллеровский р-н), «Балка Осиновая» (Морозовский р-н) (Ермолаева и др., 2021; Федяева и др., 2018; Федяева и др., 2021; Шишлова и др., 2012; Шмараева и др., 2020).

Численность локальных популяций *Pulsatilla pratensis* в Ростовской области во многом зависит от площади местообитаний. Некоторые популяции отличаются высоким потенциалом семенного возобновления, большой площадью и численностью 1,5–300 тыс. особей и более (Морозовский р-н, хут. Урюпин; Нижнекундрюченский песчаный массив и др.). Локальные популяции, обитающие на выходах третичных песков и на облесённых песках, занимают небольшие площади (не более 600 кв. м.) и малочисленны, их численность не превышает 400 особей, в силу чего они крайне уязвимы (Шишлова, Шмараева, 2014).

Pulsatilla pratensis – это многолетняя розеточная трава 35–55 см высотой, с одно- или многоглавым каудексом и более или менее мощным стержневым корнем, мезоксерофит, гелиофит, псаммофит и факультативный петрофит, гемикриптофит, весенний гемиэфемероид; произрастает в борах, на песчаных полянах и опушках, в песчаных и каменистых степях, выходах некарбонатных пород. В Ростовской области растёт на открытых сухих песках надпойменных террас Дона, Северского Донца, Миуса и др., на выходах третичных песков по склонам балок и долин, в песчаных и петрофитных степях на выходах песчаника и песчанистых сланцев.

Одна из наиболее крупных локальных популяций *Pulsatilla pratensis*, из числа известных в Ростовской области, находится на Нижнекундрюченском песчаном массиве.

Нижнекундрюченский песчаный массив представляет собой пойменную, слегка возвышенную, территорию междуречья Северского Донца и Кундрючьей. Это живописный ландшафт, имеющий сложный грядово-бугристый и бугристо-холмистый рельеф с понижениями разных размеров и глубины с выходами минеральных родниковых вод. На территории Нижнекундрюченского песчаного массива почвы представлены в основном гумусированными серыми песками, а растительный комплекс включает песчаные степи и луга, в понижениях рельефа дубовые, ольховые и березовые колки, пионерную растительность на подвижных развеваемых песках, искусственные сосновые массивы.

В процессе мониторинговых исследований «краснокнижных» видов была описана новая ценопопуляция *Pulsatilla pratensis*, обитающая в песчаной степи в Усть-Донецком районе на Нижнекундрюченском песчаном массиве вблизи северной границы особо охраняемой природной территории «Кундрюченские пески» (рис. 1). Описание ценопопуляции выполнялось в соответствии с методикой мониторинга редких и исчезающих видов растений Ростовской области (Федяева, Русанов, 2005).

Рисунок 1. Массовое плодоношение прострела лугового на Нижнекундрюченском песчаном массиве. 26.05. 2021 г.

Местонахождение: Усть-Донецкий р-н, 4,5 км юго-западнее станицы Усть-Быстрянской, Нижнекундрюченский песчаный массив, восстанавливающаяся песчаная степь на месте сгоревшего соснового леса.

Почвы: серопески гумусированные.

Описание растительности: восстанавливающаяся песчаная степь на месте сгоревшего массива *Pinus pallasiana* D. Don, ассоциация: *Stipa borysthenica* + *Festuca beckeri* – псаммофильное разнотравье.

Ярусность: вертикальная структура растительного покрова трёхъярусная. Первый ярус (до 115 см) образован видами: ковыль днепровский – *Stipa borysthenica* Klok. ex Prokud., полынь Маршалла – *Artemisia marschalliana* Spreng., хондрилла злаколистная – *Chondrilla graminea* Bieb. и др.; второй ярус (до 80 см): овсяница Беккера – *Festuca beckeri* (Hack.) Trautv., наголовatка многоветвистая – *Jurinea polyclonos* (L.) DC., воловик Попова – *Anchusa popovii* (Gusul.) Dobrocz., молочай Сегье – *Euphorbia seguieriana* Neck., тонконог песчаный – *Koeleria sabuletorum* (Domin) Klok., прострел луговой, рожь лесная – *Secale sylvestre* Host и др.; третий ярус (до 30 см): неравноцветник кровельный – *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, цмин песчаный – *Helichrysum arenarium* (L.) Moench, мятлик живородящий – *Poa crispa* Thuill., тысячелистник мелкоцветковый – *Achillea micrantha* Willd., лапчатка песчаная – *Potentilla arenaria* Borkh. и др.

Общее проективное покрытие – 60 %.

Флористический состав ассоциации (наиболее характерные виды на момент наблюдения – конец третьей декады мая, все виды расположены в порядке латинского алфавита, полужирным шрифтом выделены «краснокнижные» таксоны, обилие указано по шкале Друде):

Achillea micrantha – cop1
Agropyron pectinatum – sp3
Anchusa popovii – sp2
Anisantha tectorum – cop1
Arabis glabra – sp2
Helichrysum arenarium – sp3
Jurinea polyclonos – cop1
Koeleria sabuletorum – sp3
Linaria dulcis – sp3
Myosotis stricta – sp2

Artemisia arenaria – sp3
A. marschalliana – sp3
Astragalus varius – sol
Calamagrostis epigeios – sp3
Carex colchica – sp3
Centaurea majorovii – sp3
Cerastium bulgaricum – sp3
Chondrilla graminea – cop1
C. latifolia – sp3
Dianthus polymorphus – sp2
Erophila verna – sp3
Euphorbia seguieriana – sp3
Festuca beckeri – cop1
F. rupicola – sp2
Otites wolgensis – sp3
Pilosella echioides – sp3
Poa crispa – cop1
Potentilla arenaria – cop1
Pulsatilla pratensis – cop1
Salix rosmarinifolia – sol
Secale sylvestre – sp3
Stachys atherocalyx – sp2
Stipa borysthenica – cop2
Thymus pallasianus – sp3
Tragopogon dasyrhynchus – sp2
T. dubius – sp2
Veronica dillenii – sp2

Ценопопуляция прострела лугового обитает на Нижнекундрюченском песчаном массиве в составе восстанавливающейся песчаной степи на месте сгоревшего соснового леса. Общее проективное покрытие фитоценоза составляет 60 %. В описанной ассоциации доминирует плотнодерновинный ксерофитный злак – ковыль днепровский, ему содоминируют овсяница Беккера и псаммофильное разнотравье. Псаммофильное разнотравье играет существенную ценотическую роль, оно более или менее разнообразно по видовому составу и относительно обильно. Во время наблюдений в ассоциации отмечено множество типичных псаммофитов, таких как воловик Попова, полынь песчаная – *Artemisia arenaria* DC., полынь Маршалла, астрагал изменчивый – *Astragalus varius* S.G. Gmel., вейник наземный – *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, осока колхидская – *Carex colchica* J. Gay, ясколка болгарская – *Cerastium bulgaricum* Uechtr., цмин песчаный, тонконог песчаный, ястребиночка румянковидная – *Pilosella echioides* (Lumn.) F.W. Schultz et Sch. Bip., лапчатка песчаная, рожь лесная и др.

Площадь ценопопуляции *Pulsatilla pratensis* составляет около 2000 кв. м, её плотность – 2,1 (1–5) генеративных особей на 1 кв. м. Размещение особей вида в границах ассоциации более или менее равномерное.

В возрастной структуре ценопопуляции прострела лугового представлены все возрастные группы, то есть она полночленная нормальная (способна к самоподдержанию) с правосторонним спектром. Численный максимум возрастного спектра приходится на группу средневозрастных генеративных растений, обеспечивающих почвенный запас семян и, как следствие, стабильное самоподдержание численности и возрастной структуры ценопопуляции. По визуальным наблюдениям растения *Pulsatilla pratensis* характеризуются удовлетворительной семенной продуктивностью.

Фактов поражения растений болезнями и вредителями не выявлено.

Генеративные особи прострела лугового обильно цветут и плодоносят, имеют более или менее крупные размеры; так высота генеративных побегов составляет 33–54 (в среднем 43,9) см. На одном растении формируется 2–6 (в среднем 4,4) побегов, из которых 85,6 % генеративные. На одном генеративном побеге насчитывается 1–3 (в среднем 1,5) цветоносов, а на одном растении образуется 2–9 (в среднем 5,6) цветоносов.

В целом жизненность особей оценивается как удовлетворительная.

Таким образом, ценопопуляция *Pulsatilla pratensis* характеризуется удовлетворительными показателями численности, плотности, жизненности особей, полночленной возрастной структурой, высоким потенциалом семенного возобновления и самоподдержания, что в целом свидетельствует о благоприятных эколого-ценотических

условиях среды её обитания. Самоподдержание численности ценопопуляции осуществляется более или менее регулярно, о чём свидетельствует наличие прегенеративных особей семенного происхождения.

Прострел луговой охраняется также *ex situ* в Ботаническом саду Южного федерального университета. Микропопуляция *Pulsatilla pratensis* содержится в составе коллекции редких и исчезающих видов растений Ростовской области с 2013 г. на площади 45 кв. м. В условиях интродукции прострел луговой ежегодно массово цветёт и плодоносит, даёт самосев (рис. 2).

Рисунок 2. Массовое цветение прострела лугового в Ботаническом саду ЮФУ. 21.04. 2021 г.

В таблице сравниваются параметры (количество и высота побегов) генеративных особей, произрастающих в естественной и интродуцированной популяциях.

Таблица – Морфометрические показатели генеративных особей *Pulsatilla pratensis* в природе (Усть-Донецкий район) и культуре (Ботанический сад ЮФУ), 2021 г.

№ п/п	Параметры	Среднее значение (min-max):	
		В природе	В культуре
	Общее количество побегов на одну особь, шт.	4,38±0,50 (2–6)	4,20±0,43 (2–9)
	Количество генеративных побегов на одну особь, шт.	3,75±0,45 (2–5)	3,65±0,50 (1–9)
	Количество генеративных побегов на одну особь, % от общего числа побегов	85,62	86,90
	Количество цветоносов на один побег, шт.	1,50±0,09 (1–3)	1,55±0,15 (1–3)
	Количество цветоносов на одну особь, шт.	5,63±0,98 (2–9)	5,65±0,98 (1–16)
	Высота генеративных побегов, см	43,93±1,60 (33–54)	49,20±1,42 (36–58)

Из таблицы следует, что в условиях интродукции прострел луговой имеет несколько большие размеры, чем в естественной среде обитания в песчаной степи, что является одним из показателей высокой жизненности интродуцированных растений.

По 7-ми балльной шкале оценки успешности интродукции В.В. Бакановой (1984) *Pulsatilla pratensis* набирает 6 баллов из 7-ми возможных, что свидетельствует об относительно высокой степени адаптации этого вида к условиям Ботанического сада ЮФУ. Это проявляется в устойчивости растений к неблагоприятным абиотическим факторам среды, а также в более или менее полной реализации их репродуктивного потенциала, что обеспечивает самоподдержание количественного и возрастного состава интродуцированной микропопуляции и свидетельствует о перспективности сохранения прострела лугового *ex situ* и размножения его с целью реинтродуции в естественные местообитания (Горбунов и др., 2008).

Список литературы

1. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. Киев: Наукова думка, 1984. 154 с.
2. Горбунов Ю.Н., Дзыбов Д.С., Кузьмин З.Е., Смирнов И.А. Методические рекомендации по реинтродукции редких и исчезающих видов растений (для ботанических садов). Тула: Гриф и К, 2008. 56 с.
3. Ермолаева О.Ю., Федяева В.В., Шмараева А.Н., Горовцов А.В. Биологическое разнообразие растений на территории охраняемого ландшафта «Раздорские склоны» (Ростовская область) // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2021. № 2. С. 106–112.
4. Зозулин Г.М., Абрамова Т.И., Пашков Г.Д. и др. Материалы для Красной книги Ростовской области // Известия СКНЦ ВШ. Естественные науки. 1977. № 1. С. 105–108.
5. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. / Ред. Л.В. Бардунов, В.С. Новиков. М.: Т-во научных изданий КМК, 2008. 855 с.
6. Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. Т. 2 / Науч. ред. В.В. Федяева. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. 344 с.
7. Литвинская С.А. Прострел луговой // Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы. Издание 3-е / Отв. ред. С.А. Литвинская. Краснодар: Минприроды Краснодарского края, 2017. С. 153–154.
8. Федяева В.В., Русанов В.А. Мониторинг редких и исчезающих видов растений и грибов Ростовской области // Материалы науч.-практич. межрегион. конф. Станица Вёшенская. 2005. С. 29–36.
9. Федяева В.В., Шмараева А.Н., Хибухина Т.Ю., Шишлова Ж.Н., Кузьменко И.П. Редкие виды растений и грибов на территориях охраняемых природных объектов Ростовской области // «Живые и биокосные системы». – 2018. – № 26; URL: http://www.jbks.ru/archive/issue-26/article-5.
10. Федяева В.В., Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н., Кузьменко И.П. Редкие виды растений на территориях охраняемых ландшафтов Ростовской области // «Живые и биокосные системы». – 2021. – № 35; URL: https://jbks.ru/archive/issue-35/article-2.
11. Шишлова Ж.Н., Шмараева А.Н. Прострел луговой // Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. Т. 2 / Науч. ред. В.В. Федяева. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. С. 231.
12. Шишлова Ж.Н., Шмараева А.Н., Федяева В.В. Роль памятника природы «Провальская степь» в сохранении биоразнообразия растений Донецкого кряжа (Ростовская область) // Степи Северной Евразии. Материалы VI международного симпозиума / Ред. А.А. Чибилев. Оренбург: ИПК «Газпромпечать», 2012. С. 818–822.

13. Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н., Федяева В.В., Кузьменко И.П., Ермолаева О.Ю. Дикорастущая флора Государственного природного заказника «Горненский» (Ростовская область) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: сборник научных статей по материалам XIX международной научно-практической конференции. Барнаул: Изд-во Алтайского государственного университета, 2020. Т. 19. № 1. С. 203–207.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № 0852-2020-0029.

СОХРАНЕНИЕ ОСТРОВНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Литвинская С.А.[1,2]
[1]Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия
[2]Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: Litvinsky@yandex.ru

PRESERVATION OF ISLAND FOREST PLANTS IN THE STEP ZONE OF THE WESTERN CISCAUCASIAN REGION

Litvinskaya S.A.[1,2]
[1]Kuban State University, Krasnodar, Russia
[2] Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
e-mail: Litvinsky@yandex.ru

Аннотация. Приводится характеристика пяти лесных искусственных насаждений Западного Предкавказья (Участок географических культур дуба, Дубовая роща, Урочище Зеленая роща, Роща «Платнировская», Насаждения дуба черешчатого с примесью ясеня «Челбасский лес»), истории посадок, выполняемых функций. Все они приурочены к Степному биому Причерноморско-Предкавказских степей, географическому варианту Приазовско-Предкавказские разнотравно-дерновиннозлаковые степи. Это крупные лесные массивы сложного породного состава, искусственно созданные в степной зоне в период конца XIX певой половины XX века. Они имеют важное значение для теории и практики степного лесоразведения.

Ключевые слова: искусственные лесные насаждения, история, памятник природы, Причерноморско-Предкавказские степи, степное лесоразведение

Abstract. The characteristics of five forest artificial plantations of the Western Ciscaucasia are given (Site of geographical oak crops, Oak grove, Green grove tract, Platnirovskaya grove, Plantations of Quercus oak with an admixture of Fraxinus "Chelbassky forest"), landing history, functions performed. All of them are confined to the steppe biome of the Pontic-Caucasian steppes, the geographical variant of the Azov-Ciscaucasian forb-turf-grass steppes. These are large forest tracts of complex species composition, artificially created in the steppe zone during the late 19th and early 20th centuries. They are of great importance for the theory and practice of steppe afforestation.

Keywords: man-made forest plantations, history, natural monument, Black Sea-Ciscaucasian steppes, forest breeding in the steppe

Согласно типологии объектов (территорий) высокой природоохранной ценности на Северо-Западном Кавказе выделен тип «Лесные насаждения, имеющие важное значение в качестве практических результатов хозяйственной деятельности или лесоводственной науки (Щуров, Литвинская Замотайлов, 2021), многие из которых приурочены к степной зоне Западного Предкавказья. Они выполняют несколько функций, являясь традиционными местами отдыха местного населения, а также имеют важное значение в качестве практических результатов лесоводственной науки. Это крупные лесные массивы сложного породного состава, искусственно созданные в степной зоне в период XIX–XX вв. Все они приурочены к Степному биому Причерноморско-Предкавказских степей, географическому варианту Приазовско-Предкавказские разнотравно-дерновиннозлаковые степи (Огуреева, Микляева, 2015). В пределах биома основной орографической единицей является Азово-Кубанская равнина (Кубано-Приазовская низменность). Основные типы рельефа: лессовые эрозионно-аккумулятивные плиоценово-четвертичные равнины с преобладающими абсолютными высотами 100–200 м, аллювиальные аккумулятивные четвертичные равнины с покровом лессов (Сафронов, 1969). Лёссовые равнины расчленяются долинами рек Бейсуг, Челбас, Ея и Сосыка, текущих в северо-западном направлении в сторону Азовского моря, и многочисленными балками. Степные реки имеют в большинстве случаев один паводок от весеннего таяния снега. Для них характерно пересыхание летом и осолонение вод. Их можно отнести к группе «отмирающих» рек в период «глубокой» старости. В нижней части они переходят в лиманы (Борисов, 1978). Климат умеренно континентальный. Среднегодовая температура по г. Приморско-Ахтарск – 14,3°С, Ейска – 12,9°С, ст. Каневская – 11,2°С. Средняя температура января -9,4°С (г. Ейск). Зима неустойчивая, лето прохладное и влажное, среднемесячная температура июля не превышает +23°С. Годовое количество осадков 500–640 мм. Основное количество осадков выпадает в тёплый период года (60–70%). В биоме представлены чернозёмы обыкновенные слабогумусные слабосмытые и чернозёмы обыкновенные слабогумусные сверхмощные. Почвообразующие породы – четвертичные и третичные отложения, представленные лесовидными суглинками и глинами. Ландшафт равнинный с агроценозами на распаханных злаково-разнотравно-кустарниковых степях и искусственной древесной растительностью на чернозёме. Равнинные степи биома относятся к классу Festuco-Brometea союзу (Astragalo-Stipion). Степные лесные насаждения являются памятниками природы (Литвинская, Лозовой, 2005).

Решением Армавирского РИК от 10.06.1976 г. № 94-р и решением ИК Краснодарского краевого Совета народных депутатов от 14.07.1988 г. № 326 памятником природы объявлен: «Участок географических культур дуба» (рис. 1). Он находится в границах муниципального образования г. Армавир, в западной его части, на территории Армавирского участкового лесничества Лабинского лесничества в пойменной части р. Уруп. Площадь 10.78 га. Географические культуры дуба черешчатого были заложены в 1976 г. на площади 10,4 га, 27 культур в одной повторности.

Рисунок 1. Географические культуры дуба, г. Армавир, 30.07.2021 г.

Насаждения представлены древесным видом – дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), потомствами трёх экологических популяций края: пойменной, предгорной, горной. Представленные на участке деревья дуба имеют диаметр ствола от 20 до 60 см, высоту 14–17 м. Большинство деревьев имеют хорошую жизненность. Вместе с дубом произрастают *Fraxinus excelsior* L., *Acer campestre* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Caragana arborescens* Lam., *Junglans regia* L., *Celtis occidentalis* L., *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle, *Pyrus*, *Acer tataricum* L., из кустарников – *Crataegus*, *Swida australis* (C.A. Mey.) Pojark., *Euonymus europaeus* L., *Sambucus nigra* L. В травянистом ярусе – *Viola*, *Chelidonium majus* L., *Geum urbanum* L., из лиан обилен *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. Согласно паспорту природного объекта на его территории отмечено 4 вида герпетофауны, 11 видов птиц, 8 видов териофауны. Редких видов флоры и фауны не отмечено. Следует отметить обильное возобновление инвазивного вида *Gleditsia triacanthos.*

Создание географических культур основной лесообразующей породы нижнего горного пояса *Quercus robur* чрезвычайно важно. Равнинные и пойменные дубравы Северо-Западного Кавказа на протяжении многовековой истории неоднократно подвергались рубкам, интенсивно эксплуатировались в советское время, их площади сократились в крае до минимальных размеров, а генофонд истощен. В последнее время лесоводство принимает селекционно-генетический характер, а лесная наука переходит к активному вмешательству в природу леса, массовое внедрение достижений селекции в практику воспроизводство лесов. При этом важно создание объектов лесного семеноводства. Лесовосстановление дубрав всегда протекало очень трудно. Одной из причин этого является недостаток или полное отсутствие желудей дуба. Актуальность проблемы подчеркивается Лесным кодексом РФ (п. 3 статья 65), в котором говорится, что «При воспроизводстве лесов используются улучшенные и сортовые семена лесных растений или, если такие семена отсутствуют, нормальные семена лесных растений».

Объектами получения улучшенных семян являются: плюсовые деревья (ПД), плюсовые насаждения (ПН), из которых удалены минусовые деревья, постоянные лесосеменные участки. Созданные региональные географические культуры позволят оптимизировать структуру и завершить формирование лесосеменной базы дуба черешчатого в Краснодарском крае. Решающим направлением, обеспечивающим успех восстановления и разведения новых лесов основных лесообразующих видов, будет в XXI в. популяционное семеноводство на основе биоразнообразия видов и разнообразия

экологических условий их выращивания. Заложенная плантация географических культур дуба черешчатого имеет большое научное и научно-практическое значение. Изучение географической изменчивости наследственных свойств *Quercus robur* имеет важное значение для теории и практики лесоводства, так как дает возможность вскрыть эволюционно-генетические закономерности формирования насаждений дуба в разных экологических условиях, выявить возможность сохранения популяций и повысить их продуктивность, уточнить существующее лесосеменное районирование дуба в пределах его ареала. Основным средством для изучения изменчивости наследственных свойств лесных пород, в частности дуба черешчатого, является создание географических культур. Насаждение имеет научное, производственное, учебное значения. Участок окружен территорией аэропорта, дачными участками, и сельскохозяйственными полями, поэтому подвержен антропогенному влиянию. Состояние древостое удовлетворительное.

Решением Ленинградского районного Совета депутатов ИК Краснодарского края от 09.06.1981 г. № 6 и решением ИК Краснодарского краевого Совета народных депутатов от 14.09.1983 г. № 488 был учрежден памятник природы «Дубовая роща», находящийся в 3,5 км севернее от ст. Ленинградской, по трассе «Ленинградская - Кисляковская». Площадь 75,79 га (рис. 2). Посадки были осуществлены в 1926 г. Первоначально деревья высаживались ровными рядами, но при самостоятельном развитии роща сильно заросла и посадки трудно просматриваются. В настоящее время лесное сообщество представляет смесь аборигенных (*Acer campestre, Acer tataricum, Quercus robur, Fraxinus excelsior, Euonymus europaeus, Crataegus, Ulmus, Betula pendula* Roth, *Sambucus nigra*), инвазивных и культурных видов (*Acer negundo, Gleditsia triacanthos, Robinia pseudoacacia, Celtis occidentalis, Prunus divaricata* Ledeb., *Armeniaca vulgaris* Lam., *Malus orientalis* Uglitzk., *Pyrus communis* L.). Дуб в насаждении редок. Высота деревьев дуба около 25 м, диаметр стволов 35–50 см. Расстояние между деревьями в роще от 3 до 5 м. Под деревьями и по окраинам рощи произрастает молодая поросль дуба. Плотность крон деревьев высокая. В травянистом покрове произрастают *Chelidonium majus*, *Ficaria verna* Huds., *Capsella bursa-pastoris* Medic., *Galium aparine* L., *Geum urbanum*, *Physocaulis nodosus* (L.) Tausch. и др.

Роща является местом отдыха населения в теплое время года.

Рисунок 2. Памятник природы «Дубовая роща»

К факторам негативного влияния на экологическое состояние территории памятника природы относятся: местоположение (среди сельскохозяйственных полей), рекреационное воздействие (наличие на территории памятника природы летнего детского лагеря отдыха), техногенное воздействие (в 300 м от памятника природы проходит газопровод «Южный (Турецкий) поток», являющийся потенциальным источником чрезвычайной ситуации.

Решением Ленинградского районного Совета депутатов ИК Краснодарского края от 09.06.1981 г. № 6 и решением ИК Краснодарского краевого Совета народных депутатов от 14.09.1983 г. № 488 учрежден памятник природы «Урочище Зелёная роща». Расположен на территории Новоплатнировского сельского поселения, в 2,5 км к северо-востоку от ст. Новоплатнировская, на левом берегу безымянной балки, впадающей в р. Челбас. Площадь 13,34 га (рис. 3).

Рисунок 3. Памятник природы «Урочище Зеленая роща»

Лесной массив посажен 1932 г. и представляет собой искусственные насаждения дуба с примесью ясеня и ильма. Памятник природы расположен на расстоянии 350 м от русла р. Челбас на отметках 17–19 м. Уровень воды в реке находится на отметках 16 м, поэтому при весеннем подъёме уровня воды в реке и в прилегающей балке, наблюдается подъём уровня грунтовых вод под лесным массивом. Длительное высокое стояние грунтовых вод может привести к угнетению корневой системы древесной растительности. Преобладающая порода деревьев – *Quercus robur*, к ней присоединяются ильм (*Ulmus*), *Acer negundo*, *Robinia pseudoacacia*, реже *Prunus divaricata*, *Populus alba* L., *Morus nigra*, *Fraxinus excelsior* L. Высота деревьев 15–27 м, диаметр стволов деревьев 30–55 см. Расстояние между деревьями 3–5 м. Плотность сомкнутости крон высокая. На территории памятника природы имеется большое количество молодой поросли деревьев. Из травянистой флоры обильны сорные элементы: *Ambrosia artemisiifolia* L., *Urtica dioica* L., *Convolvulus arvensis* L., *Geum urbanum*, *Erigeron canadensis* L., *Taraxacum officinale* Web. ex Wigg., *Capsella bursa-pastoris*, *Lolium perenne* L., *Calystegia sepium* (L.) R. Br., *Plantago major* L., *Chelidonium majus*, *Lamium purpureum* L. Степень нарушенности территории памятника природы слабая.

Решением Кореновского КИК от 29.07.1980 г. № 386; постановлением главы администрации Краснодарского края от 20.08.2013 г. № 915 памятником природы объявлена: «Роща «Платнировская» (рис. 4), расположенная в границах Платнировского сельского поселения в северо-западной части ст. Платнировской, близ хут. Казачий.

Памятник природы создан с целью сохранения лесного массива в излучине р. Бейсужек из ясеня, дуба черешчатого и др. широколиственных пород в степной зоне, имеющего эстетическое, экологическое и культурное значение, создания благоприятной окружающей среды, условий для отдыха и экологического просвещения населения.

Рисунок 4. Памятник природы «Роща «Платнировская»

Роща находится в пойме р. Бейсужек (рис. 4). Река маловодная. Питание идет за счет атмосферных осадков и грунтовых вод. Пойма периодически затопляется. Воды застаиваются в пониженных частях поймы и ложбин в связи с малыми уклонами поверхности и развивается заболачивание. В целом в роще представлен ясеневый лес. Диаметр стволов ясеня достигает 60 см. Старые деревья высажены рядами, но в связи с отсутствием уходных работ, первоначальная структура рощи значительно нарушена. В роще произрастают из древесных видов немало инвазивных видов: *Robinia pseudoacacia*, *Gleditsia triacanthos*, *Acer negundo* L., *Celtis occidentalis*, *Juglans regia*, *Maclura pomifera* Schneid., вяз листоватый (*Ulmus foliaceae* Gilib.) Причем первые два вида имеют высокую встречаемость по всей территории рощи, а *Robinia pseudoacacia* образует сплошную полосу вдоль железной дороги. Диаметр стволов робинии достигает около 40 см. Из природной флоры в роще произрастают ясень, алыча, ильм, клен татарский, клен полевой, клен красивый, груша, из кустарников *Swida australis*, *Prunus spinosa* L., *Viburnum opulus* L., *Ligustrum vulgare* L., *Rosa canina* L., *Humulus lupulus* L. Вдоль берега реки растут осина, тополь, ива с тростником. Из травянистых растений зарегистрированы *Aristolocia clematitis* L., *Physocaulis nodosus* (L.) Tausch, *Ambrosia artemisiifolia*, *Lamium maculatum* L., *Conium maculatum* L., *Cichorium intybus* L., *Leonurus quinquelobatum* Gilib., *Geum urbanum*, *Sambucus nigra*.

Согласно данным памятника природы на территории отмечены 29 видов представителей фауны: грач (*Corvus frugileus*), крапивник (*Troglodytes troglodytes*), малый (*Dendrocopos minor*) и средний (*Dendrocopos medius*) пестрый дятел, обыкновенная овсянка (*Emberiza citronella*), певчий дрозд (*Turdus philomelos*), серая мухоловка (*Muscicapa striata*), сорока (*Pica pica*), ушастая сова (*Asio otus*), фазан северокавказский (*Phasianus colchicus septentrionalis*), черноголовая славка (*Sylvia atricapilla*), черноголовая трясогузка (*Motacilla feldegg*); териофауна: белогрудый ёж (*Erinaceus concolor*), домовая мышь (*Mus musculus*), заяц-русак (*Lepus europaeus*), крот (*Talpa* sp.), лисица (*Vulpes vulpes*), мышовка степная (*Sicista subtilis*), ондатра (*Ondatra zibethicus*), полевка обыкновенная (*Microtus arvalis*); герпетофауна: болотная черепаха (*Emys orbicularis*), веретеница ломкая (*Anguis fragilis*), обыкновенная медянка (*Coronella austriaca*), водяной уж (*Natrix tessellate*), обыкновенный

уж (*Natrix natrix*), зелёная жаба (*Bufo viridis*), обыкновенная чесночница (*Pelobates fuscus*) (Паспорт…, 2013). Непосредственно на территории самого памятника природы Роща «Платнировская» находятся объекты историко-культурного наследия. Территория рощи используется в рекреационных целях.

Решением Каневского РИК от 04.08.1980 года № 334 и постановлением главы администрации (Губернатора) Краснодарского края от 28.04.2018 г. № 222 охраняемым объектом учреждены «Насаждения дуба черешчатого с примесью ясеня» (Челбасский лес), находящиеся в 6 км восточнее ст. Челбасская в междуречье рек Сухая Челбаска и Средняя Челбаска (рис. 5). Общая площадь лесного массива 1459,0 га.

Памятник природы создан с целью сохранения участка леса, образованного дубом черешчатым и ясенем зелёным в степной зоне Западного Предкавказья, имеющий научное, учебно-познавательное, историко-культурное и рекреационное значение. Челбасское лесничество начало организовываться в 1885 г. по решению Кубанского казачества после того, как было принято законоположение «Об образовании в кубанском войске третьего лесничества и о применении к лесам этого войска правил о станичных лесах донского войска». Лесничество создавалось на безлесном пространстве. Казаки хут. Весёлый оставались «безлесными», поэтому они и явились главными энтузиастами озеленения. В 1904 г. при уже самостоятельном и окрепшем Челбасском лесничестве была организована школа лесных кондукторов и питомник 7 десятин. Организация школы и работы по степному лесоразведению проводились под руководством известного лесовода, впоследствии профессора Степанова Николая Николаевича.

Рисунок 5. Памятник природы «Челбасский лес» 19.06.2020 г.

Первые насаждения в степи были дубовые. Семенной материал (желуди) завозился из Шитова леса Воронежской губернии. Затем опытным путем были отобраны для посадки клён остролистный и полевой. Подлесок в основном состоял из кустарников бересклета. Именовался этот искусственно созданный лесной массив Средне-Челбасским лесхозом Азово-Черноморского края. В 1912 г. войсковое Средне-Челбасское лесничество имело площадь 1200 десятин, и искусственно созданного леса 219 десятин. Ограничение территории было произведено на основании данных землеустройства 1932 г. Вся территория была разделена на 120 квадратов при средней площади 1222 га и размером

500х250 м, с направлением длиной стороны квартала с севера на юг. Эта квартальная сеть сохранилась и до настоящего времени.

В последствии лесничество существовало как отдельный Челбасский лесхоз. В конце 40-х годов лесничество было присоединено к Тихорецкому лесхозу и административно подчинялось ему. По данным лесоустройства 1987 площадь лесного фонда составляет 1659 га, покрытые лесом земли составляют 87,3% от общей площади. Лесничество приобрело для жителей станицы Челбасской большое экономическое значение. Здесь они покупали жмых на дрова, строевой лес, саженцы. В центре лесничества лесоводом Степановым Н. Н. был заложен парк, где были отобраны более 100 видов разных пород и кустарников. В 1992 г. сохранились: ель колючая (высота 15–18 м, диаметр ствола 30–40 см), можжевельник виргинский (карандашное дерево) (высота 11–13 м, диаметр стволов 20–22 см), ель обыкновенная (высота 20 м, диаметр стволов около 50 см). Сохранился крупный экземпляр березы поникающей.

Периодически проводилась реконструкция кварталов, но кварталы, заложенные Степановым сохранялись, являясь эталоном создания леса в степи. На их участках были созданы семенные участки. Отмечено: «Для суровых степных условий Ново-Покровского района подавляющее большинство древесных и кустарниковых видов и форм являются экзотами, т. е. растениями, которые никогда ранее здесь не произрастали. Тем не менее большинство из них показали вполне хорошие и удовлетворительные результаты, а такие как дубы, гледичия, клены, вяз, орех черный, вошли в число главных лесообразующих пород. В подлеске им хорошо сопутствуют бересклет, бирючина, боярышник, бузина, калина, карагана, кизил, крушина, лещина, лох, маклюра, роза, свидина» (с. 40).

Вековой лесной массив «Челбасский лес», имеющий довольно большую площадь – 1459 га, созданный, в основном, ручным способом, представляет в настоящее время устойчивый «островной» лес в степной зоне. Насаждения имеют исключительную и уникальную ценность для Юга России, как созданные искусственным путем в условиях засушливой степи.

В Челбасском лесу лесопокрытая площадь составляет 1291,6 га. Произрастают как естественные, так и интродуцированные (евроазиатские, азиатские и североамериканские) виды. Всего в лесокультурных посадках зарегистрировано 54 вида и садовые формы древесных и кустарниковых растений (Дюваль-Строев и др., 1992). Это единственные известные полные сведения о флористическом разнообразии Челбасского леса. Большие площади в первые годы существования лесничества отдавались под посадки ясеней зеленого (ланцетного) и обыкновенного. Было отмечено, что они в значительной степени повреждаются древесницей въедливой. При обследовании 19.07.1863 г. в стволах ясеня ланцетного насчитывалось до 50 ходов древесницы. В структуре лесного массива в настоящее время преобладают насаждения *Fraxinus exelsior* L., ясеня ланцетного - 67,4% (870,78 га), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) – 16,3% (211,52 га), робинии лжеакации (*Robinia psevdoacacia* L.) – 10,8% (140,17 га) (Засоба, Данилов, 2007). Максимальный возраст дуба и ясеня – 100 лет, возраст лжеакации около 90 лет. Были заложены чистые посадки гледичии с подлеском их караганы древовидной, свидины кроваво-красной, бересклета европейского. Гледичия показала высокую устойчивость в степи в сплошных посадках. Из других видов отмечены *Juglans nigra* L., *Juglans regia* L., орех черный, орех серый (*J. cinerea* L) родом из Северной Америки, софора японская, тополь белый (*Populus alba* L.), чубушник кавказский (*Philadelphus caucasicus* Koehne.), черёмуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.), *Gleditsia triachanthos* L., *Amorpha fruticosa* L., *Aesculus hippocastanum* L., клён татарский (черноклён) (*A. tataricum* L.), облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides* L.), *Euonymus europaea* L., *Pinus silvestris* L., ясень ланцетный (*Fraxinus lanceolata* Borsh.), *Ligustrum vulgare*), сирень обыкновенная (*Suringa vulgaris* L.),

калина обыкновенная (*Viburnum opulus* L.), абрикос обыкновенный (*Armeniaca vulgaris* Lam.), вишня обыкновенная (*Cerasus vulgaris* Mill.), вяз мелколистный (*Ulmus parvifolia*), груша обыкновенная, дуб Гартвиса, дуб красный, дуб черешчатый, дуб скальный, ель колючая, ель обыкновенная, ель колючая форма сизая, ель колючая форма голубая, береза поникающая, ива вавилонская, карагана древовидная, кизил обкновенный, клён ложноплатановый, кёен платановидный, клён ясенелистный, кипарисовик Лавсона, крушина ольховидная, лещина обыкновенная, липа мелколистная, лох восточный, маклюра обыкновенная, можжевельник виргинский, плосковеточник восточный, роза собачья, свидина кроваво-красная, слива растопыренная, слива колючая, тополь дельтовидный, туя западная, чубушник венечный, шелковица белая, ш. черная, яблоня лесная и др.

Подлесок насаждений образуют наиболее распространённые кустарники: *Cotinus coggygria* Scop., *Acer tataricum* L., *Euonymus europaea* L., боярышник согнутостолбиковый (*Crataegus kyrtostyla* Fingerh.), *Sambucus nigra* L., *Caragana arborescens* L., которые вводились изначально при создании насаждений. В травянистом покрове отмечены: череда трехраздельная (*Bidens tripartia* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), крапива глухая (*Urtica urens* L.), яснотка белая (*Lamium album* L.), анис бедренный (*Anisum vulgare* Gaerth), пустырник, ромашка. В Челбасском лесу высаживались и лекарственные растения девясил, душица, зверобой, пустырник, чабрец, мята, крапива, мелисса, ромашка, иссоп, подснежники, горицветы и др. Всего более 120 видов. В Челбасском лесу водятся лоси, дикие кабаны, лисицы, зайцы, фазаны, болотные совы и другие представители фауны региона. До 1957 года водились волки.

Из редких видов В. И. Щуровым (личное сообщение) было зарегистрировано произрастание редкого вида пыльцеголовника длиннолистного (*Cephalanthera longifolia*), что является интересным фактом.

Челбасский лес – это ресурс древесины и лекарственного сырья, а также средство эффективной защиты почвы от ветровой эрозии. Лес – мощный и эффективный фильтр атмосферного воздуха от различных примесей. Многолетний опыт лесничества имеет большое научно-практическое значение для создания лесных и озеленительных насаждений в сходных экстремальных условиях. При исследовании в 1992 г. учеными Кубанского госуниверситета было установлено, что робиния при густых посадках истощает почву, а корневые отпрыски заполняют свободные пространства и насаждению превращаются в тонкоствольную заросль.

К числу факторов существенно ухудшивших состояние искусственных лесных насаждений и снизивших их устойчивость в последние десятилетия следует отнести отсутствие должного уровня ведения хозяйства в степных лесах региона, в связи с экономическими сложностями и организационной реструктуризацией лесного хозяйства Российской Федерации.

Благодарности. Приношу благодарность Министерству природных ресурсов Краснодарского края за возможность работать с предоставленными материалами по охраняемым природным территориям.

Работа выполнена при поддержке гранта РГО № 37/2020-Р.

Список литературы

1. Борисов В.И. Реки Кубани. Краснодар. 1978. 78 с.
2. Дюваль-Строев М.Р., Нагалевский В.Я., Тильба А.П., Кассанелли Д.П. Деревья и кустарники Ново-Покровского лесничества // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем малых рек. Краснодар, 1992. Ч. 1. С. 35–41.

3. Засоба В.В., Данилов Р.Ю. Лесные памятники природы Азово-Кубанской низменности // Матер. науч. конф. Сочи, 2007. С. 91–97.
4. Литвинская С.А., Лозовой С.П. Памятники природы Краснодарского края. Краснодар: Периодика Кубани, 2005. 352 с.
5. Огуреева Г.Н., Микляева И.М. Ботаническое разнообразие степных биомов России // Степи Северной Евразии: Матер. седьмого междунар. симпозиума / под науч. ред. чл.-корр. РАН А.А. Чибилева. Оренбург: ИС УрО РАН, Печатный дом «Димур», 2015 С. 70–72.
6. Паспорт памятника природы регионального значения «Роща Платнировская» от 08.11.2013 г. № 1827 Краснодар 2013 год. 17 с.
7. Сафронов Н.И. Геоморфология Северного Кавказа. Ид-во Ростовского ун-та, 1969. 217 с
8. Щуров В.И., Литвинская С.А., Замотайлов А.С. Типология объектов (территорий) высокой природоохранной ценности на Северо-Западном Кавказе // Вестник Краснодарского регионального отделения Русского геогр. общества. Краснодар, 2021. Вып. 11. С. 270–280.

ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ CLASS POLYPODIOPSIDA РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ

Литвинская С.А.[1,2], Шадже А. Е.[3]
[1]Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия
[2]Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: Litvinsky@yandex.ru
[3]Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп, Россия
e-mail: aminetshadge@yandex.ru

PROTECTED SPECIES OF CLASSIS POLYPODIOPSIDA OF THE REPUBLIC OF ADYGEA

Litvinskaya S.A.[1,2] , Shadge A.E.[3]
[1]Kuban State University, Krasnodar, Russia
[2] Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
e-mail: Litvinsky@yandex.ru
Maykop State Technological University, Maykop, Russia
E-mail: aminetshadge@yandex.ru

Аннотация. Дана созологическая характеристика *Cryptogramma crispa* (L.) R. Br., *Asplenium adiantum-nigrum* L., *Asplenium woronowii* Christ, *Asplenium ceterach* L., *Cystopteris alpina* (Lam.) Desv., *Woodsia fragilis* (Trev.) T. Moore. Все виды имеют низкую встречаемость, обилие – sp-cop1. Численность видов варьирует от места произрастания. Ценокомплекс: Petrophyton. Лимитирующие факторы: естественные (низкая конкурентная способность, узкая экологическая амплитуда, редкая встречаемость, низкие плотность и численность популяций) и антропогенные (ведение хозяйственной деятельности, туризм).

Ключевые слова: Красная книга, флора, класс Polypodiopsida, редкий вид, статус редкости, приоритет мер охраны

Abstract. The sociological characteristics of *Cryptogramma crispa* (L.) R. Br., *Asplenium adiantum-nigrum* L., *Asplenium woronowii* Christ, *Asplenium ceterach* L., *Cystopteris alpina* (Lam.) Desv., *Woodsia fragilis* (Trev.) T. Moore are given. All species have a low occurrence, the abundance is sp-cop1. The number of species varies from place of growth. Cenocomplex:

Petrophyton. Limiting factors: natural (low competitive ability, narrow ecological amplitude, rare occurrence, low density and population size) and anthropogenic (economic activity, tourism).

Keywords: Red Book, flora, class Polypodiopsida, rare species, rarity status, priority of conservation measures

Республика Адыгея (РА) занимает уникальное биогеографическое положение, благодаря которому на ее территории сформировался высокий уровень флористического разнообразия, включающий около 2500 видов высших сосудистых растений, среди которых немало кавказских и локальных эндемиков и третичнореликтовых видов. Сохранение биоразнообразия является не только региональной, но и глобальной проблемой, т. к. в условиях республики происходит интенсивный процесс антропогенного обеднения видового состава как высших, так и споровых растений.

С целью сохранения редкого и исчезающего генофонда биоты в Республике Адыгея учреждена Красная книга (Красная книга…, 2000, 2012). В настоящее время утвержден Перечень видов растений, рекомендованных к занесению в третье издание Красной книги республики, в том числе шесть видов **Class** Polypodiopsida, Subclass: Polypodiidae Cronquist, Takht. et Zimmerm, для которых произведена переоценка категории статуса редкости и определен приоритет мер охраны в современных условиях. Виды папоротников, включенных во второе и третье издание Красной книги РА, представляют семейства Pteridaceae E.D.M. Kirschn., Aspleniaceae Newman, Woodsiaceae Herter.

Family Pteridaceae представлено одним видом Cryptogramma crispa (L.) R. Br. 1823 [Osmunda crispa L. 1753; Pteris tenuifolia Lam. 1778; P. crispa (L.) All. 1785; Allosorus crispus (L.) Bernh. 1806; Blechnum crispus (L.) Hartm. 1820] (рис. 1). Геоэлемент: европейско-кавказско-малоазийский, по А. Колаковскому (1980), средиземногорный, европейско-кавказско-малоазийский.

Рисунок 1. Cryptogramma crispa (Литвинская С.А.)

Категория статуса редкости для третьего издания Красной книги РА изменена с категории «Редкие» (Литвинская, 2012а) на «Уязвимые». Вид включен во второе издание Красной книги Краснодарского края (КККК) с категорией «Уязвимые» (Литвинская, 2007а), исключен из третьего издания КККК в связи с распространением на охраняемых территориях и отсутствием угрозы исчезновения (Красная книга, 2017). Европейская популяция вида включена в Красный список МСОП с категорией LC ver. 3.1 (www.iucnredlist.org). Вид включен в European Red List of Lycopods and Ferns (2017): Least

Concern (LC). Оценка угрозы исчезновения вида на территории РА – Vulnerable, VU B2ab(ii,iv); C2a(i) (Литвинская С. А.). Приоритет охраны в Республике Адыгея – III.

В РА вид отмечен в следующих географических точках: верховье р. Белая, к западу от р. Лаба, подножье горы Фишт (MW), долина р. Уруштен, восточный отрог горы Тыбга, северо-восточный склон восточного отрога горы Абаго, западный склон бассейна р. Имеретинка; горы Экспедиция (CSR), Джуга, гора Бзыш; лагерь Холодный, южный отрог горы Пшекиш (Здесь и далее: Местонахождения с гербарных этикеток фондов гербариев, зарегистрированных в международной системе Index Herbariorum обозначены акронимами: CSR (Кавказский заповедник), KBAI (Кубанский государственный аграрный университет), LE (Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН), MW (Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова).

Биология и экология. Травянистый летнезелёный короткокорневищный (розеточный) поликарпик высотой 15–25 см. Размножается спорами и вегетативно. Спороношение в VII–VIII. Гидрогамия. Анемохория. Характер зимующих органов – корневище. Ценокомплекс: Petrophyton, хазмофит. Мезофит. Гелиосциофит. Микротерм (Литвинская, Махлин, 2020). Криофит. Верхн. горн. лесн. – альп. пояс, 1900–3100 м над ур. м. Места произрастания: расщелины влажных затенённых скал, сланцевые скалы, осыпи, валуны, ущелья. Тип популяционной стратегии: экотопический патиент. В Республике Адыгея вид встречается редко. Широта эколого-ценотической амплитуды: стенотопный вид, ассектатор. Пространственная структура ценоза несложная, ярусность практически не выражена, тип произрастания вида – щелевой, ленточный. Произрастает единично или небольшими группами. Обилие – sp. Онтогенетический спектр неизвестен. Параметры популяционного поля отличаются небольшими размерами и низкой плотностью. Сведения о динамике состояния локальных популяций за последние 10 лет отсутствуют. Состояние популяций: уровень жизненности нормальный, угасание физиологического и морфологического состояния не отмечено. Естественные лимитирующие факторы: низкая конкурентная способность, узкая экологическая амплитуда, редкая встречаемость, низкие плотность и численность популяций; антропогенные: ведение хозяйственной деятельности (разработка карьеров, туризм). Вид охраняется на территории КГПБЗ и Лагонакского биосферного полигона. Необходимо ограничение развития туризма в местах произрастания вида, мониторинг и контроль за состоянием популяций.

В Красной книге РА Fam. Aspleniaceae Newman представлено четырьмя видами рода Asplenium L.: Asplenium adiantum-nigrum L., Asplenium woronowii Christ, Asplenium ceterach L., Cystopteris alpina (Lam.) Desv. [Subfamily Cystopteridoideae Ching & Z.R.Wang (Fam. Cystopteridaceae Schmakov)].

Asplenium adiantum-nigrum L. 1753 [A. nigrum Heufl. 1856] – южнопалеарктический вид с иррадиациями в Южную Африку. Категория статуса редкости вида во втором (Литвинская, 2012б) и третьем изданиях Красной книги РА – «Уязвимые». Занесен в Красные книги РФ с категорией 3 б – редкий вид (Литвинская, 2008а), КККК – с категорией «Уязвимые» (Литвинская, 2017а). Европейская популяция вида включена в Красный список МСОП с категорией LC ver. 3.1 (www.iucnredlist.org). Включен в European Red List of Lycopods and Ferns: Least Concern (LC) (European Red List, 2017). Оценка угрозы исчезновения вида на территории Республики Адыгея по категориям и критериям Красного списка МСОП – Vulnerable, VU B2ab(i,ii,iii,iv); C2a(i) (Литвинская С. А.) Приоритет охраны в РА – III. На территории республики вид отмечен в окр. г. Майкоп, лес по р. Белая (Боровиков, 1909); окр. г. Майкоп, хр. Нагиеж-Уашх (данные Сиротюк, Шадже, Гуниной), пос. Гузерипль, правый берег р. Молчепа (CSR)] и долина ручья, впадающего в р. Белая (CSR), горы Фишт [CSR] и Большой Тхач (Otte, Frisch, 2007), правый берег р.

Уруштен, склон горы Б. Бамбак (CSR), южный склон горы Филимонова (CSR), лагерь Холодный (MW).

Биология и экология. Травянистый вечнозелёный короткокорневищный розеточный поликарпик высотой до 30–40 см. Размножается спорами и вегетативно. Спороношение в VI–IX. Продолжительность жизни вайи более одного года. Продолжительность онтогенеза около 11–15 лет. Гидрогамия. Анемохория. Мезофит. Гелиосциофит. Микротерм. Оптимум в нейтральной среде, но может расти на слабокислых и слабощелочных субстратах – pH от 4,5 до 8,5 (Державина, 2006). Ацидофил. Ценокомплекс: Silvapetrophyton. Нижн. горн. – сб. пояс, от 200 до 2000 м над ур. м. Синтаксономическая и экологическая приуроченность: камни, сухие склоны, реже осыпи, трещины скал, ущелья; сосняки, самшитники, дубовые и дубово-грабовые, буковые леса. Тип популяционной стратегии: патиент. Консортивные связи: Insecta. Hymenoptera: Aneugmenus padi.

В РА популяции нормальные, полночленные. В оптимальных условиях угрозы исчезновения нет. Приурочивается к выходам камней в тенистых лесных сообществах. Обилие – sp2. Численность – 2–3 особи на 4 м2, встречаемость высокая. Возрастная структура не исследовалась. Тип произрастания вида – одиночно-групповой. Динамика состояния популяции за последние 10 лет – тренд положительный, стабильный. Популяционное поле локальных популяций стабильное. Уровень жизненности нормальный. Вид с широким ареалом. Широта ценотической амплитуды: стенотопный вид, ассектатор наземных лесных сообществ. Естественные лимитирующие факторы: низкая плотность популяций, узкая экологическая амплитуда; антропогенные: нарушение мест произрастания в результате рубок леса, освоение территорий под курортное строительство, разработка карьеров, рекреация, сбор на зимние букеты. Охраняется на территории КГПБЗ. Необходим мониторинг популяций вида, ограничение хозяйственной деятельность в местах произрастания.

Asplenium woronowii Christ, 1906 [Asplenium adiantum-nigrum subsp. woronowii (Christ) Fraser-Jenkins sin. Asplenium cuneifolium subsp. woronowii (Christ) Reichstein, Viane, Rasbach & Schneller]. Геоэлемент – западнозакавказский эндемичный вид, по А.А. Колаковскому (1980) – средиземногорный, колхидский с иррадиациями, литофильный. Третичный реликт. Категория статуса редкости в Красной книге РА – «Находящиеся под угрозой исчезновения» (Тимухин, Туниев, 2012). Европейская популяция вида включена в Красный список МСОП с категорией LC ver. 3.1 (www.iucnredlist.org). Оценка угрозы исчезновения вида на территории РА по категориям и критериям Красного списка МСОП – Endangered, EN B2ab(ii,iii) ver. 3 (Литвинская С. А.) Приоритет охраны в РА – II. Распространение вида на территории республики: Черкесский и Белореченский пер. (Туниев, Тимухин; 2002), гора Аутль, подножье горы Фишт (LE); горы Чугуш, Житная, Буква; хр. Джугурсан (Тимухин, 2001).

Биология и экология. Травянистый вечнозелёный короткокорневищный поликарпик (Литвинская, 2020) высотой 10–15 см. Размножается вегетативно и спорами. Спороношение в VII–VIII. Гидрогамия. Анемохория. Зимующие органы – корневище. Кальцепетрофильный вид. Гелиосциофит. Мезофит. Криофит. Ценокомплекс: Petrophyton, хазмофит. Синтаксономическая и экологическая приуроченность: трещины затенённых известняковых скал, скалистые ущелья; альпийские луга и пастбища, заросли рододендрона кавказского, смешанные леса, вторичные леса, среди «реликтовых» лугов из Woronowii speciosa, высокотравье. Средн. горн. – сб., реже альп. пояс, до 2400 м над ур. м. Тип популяционной стратегии – экотопический патиент. В РА имеет локальное распространение на крайней западной границе ареала. Пространственная структура – ограниченное число мест произрастания. Обилие – sol. Популяции возможно регрессивные. Онтогенетический спектр неизвестен. Ценокомплекс: Petrophyton.

Динамика состояния популяции за последние 10 лет – нестабильная. Параметры популяционного поля подвержены изменению в связи с изменением динамики ценопопуляций. Уровень жизненности популяций удовлетворительный. Вид на всем локальном ареале имеет тенденцию к сокращению площади произрастания и численности. Численность и встречаемость низкие, во всех известных локалитетах отмечались единичные растения, реже малочисленные группы до 15 особей, редко образует скопления по 50–70 особей (Тимухин и др., 2009). Естественные лимитирующие факторы: низкая конкурентная способность, узкая экологическая амплитуда, глобальная аридизация климата; антропогенные: нарушение мест произрастания, строительство горнолыжных курортов. Охраняется на территории КГПБЗ и Лагонакского биосферного полигона. Необходим поиск новых популяций, установление динамики их состояния, мониторинг, изучение биологии и таксономии вида.

Asplenium ceterach L., 1753, Sp. Pl.: 1080 [Ceterach officinarum Willd., 1804]. Геоэлемент: европейско-средиземноморско-переднеазиатский. Третичный реликт. Категория статуса редкости во втором издании Красной книги РА – «Редкие» (Литвинская, 2012в), для третьего издания изменена на «Уязвимые». Вид занесен в ККК с категорией «Уязвимые» (Литвинская, 2007б, 2017б). Европейская популяция вида включена в Красный список МСОП с категорией LC ver. 3.1 (www.iucnredlist.org). Вид включен в European Red List of Lycopods and Ferns: Least Concern (LC) (European Red List, 2017). Оценка угрозы исчезновения вида на территории Республики Адыгея по категориям и критериям Красного списка МСОП – Vulnerable, VU B2ab(ii,iii,iv) ver. 3.1 (Литвинская С. А.). Приоритет охраны в РА – III. Распространение: Майкопский р-н, 3 км к северу от пос. Гузерипль, восточный склон горы Казачья (24.07.2016, Пахомов, https://www.plantarium.ru/page/image/id/466219.html), водораздел рек Белая-Лаба, ст. Даховская (LE), ущелье р. Мешоко (данные Акатовой Т. В.).

Биология и экология. Травянистый вечнозелёный короткокорневищный поликарпик высотой 5–20 см. Размножается вегетативно и спорами. Спороношение в VI–VIII. Гидрогамия. Анемохория. Мезоксерофит, ксерофит. Сциогелиофит, гелиофит. Мезотерм. Нейтрофил. Мезотроф. Оптимум в нейтральной среде, но может расти на слабокислых и слабощелочных субстратах (pH от 4,5 до 8,5) (Державина, 2006). Ценокомплекс: Calcepetrophyton, хазмофит. Синтаксономическая и экологическая приуроченность: входит в состав пионерных группировок на скальных субстратах, трещины известняковых скал, старые каменные кладки монастырей (Литвинская, Махлин, 2020), каменистые субстраты на урбанизированных территориях, скалы в буково-каштановом, грабово-дубово-буковом сообществах. Образует плотные низкие заросли в трещинах известняковых скал, но может произрастать на сланцевых породах и песчанике. Нижн. – средн. горн. пояс, реже сб. пояс, до 3000 м над ур. м. Тип популяционной стратегии: экотопический патиент. Широта ценотической амплитуды: стенотопная. Встречаемость – низкая. Обилие – sp-cop1. Численность варьирует от места произрастания: на скалах нижнего горного пояса – низкая, на старых стеновых экотопах может быть высокой. Плотность популяций иногда достигает 26 особей на 4 м2. В оптимальных условиях угрозы исчезновения нет. Онтогенетический спектр неизвестен. В местах высокой антропогенной нагрузки вид имеет тенденцию к незначительному сокращению площади произрастания и численности. Состояние популяций: уровень жизненности нормальный, угасание физиологического и морфологического состояния не отмечено. Тренд динамики состояния популяции за последние 10 лет положительный. Естественные лимитирующие факторы: узкая экологическая амплитуда, небольшая плотность и разобщенность популяций; антропогенные: нарушение условий произрастания, рекреация, расчистка стен, разработка карьеров, сбор в качестве декоративного растения. Охраняется на территории КГПБЗ.

Cystopteris alpina (Lam.) Desv. 1827 [Polypodium regium L. 1753; Cystopteris fragilis subsp. regia (L.) Desv.; Cystopteris regia (L.) Desv. 1827] (рис. 2). Геоэлемент: европейско-кавказский с иррадиациями, по А. Гроссгейму – среднеевропейский горный с иррадиациями, по А. Колаковскому – средиземногорный, европейско-кавказский. Категория статуса редкости в Красной книге РА – «Уязвимые» (Литвинская, 2012г). Включен во второе издание КККК с категорией «Редкий» (Литвинская, 2007в), из третьего издания исключен в связи с распространением и охраной на территории КГПБЗ (Красная книга…, 2017). Европейская популяция вида включена в Красный список МСОП с категорией LC ver. 3.1 (www.iucnredlist.org). Категория угрозы исчезновения вида на территории РА по категориям и критериям Красного списка МСОП – Vulnerable, VU B2ab(ii,iii,iv); C2a(i) ver. 3.1 (Литвинская С. А.). Приоритет охраны в РА Адыгея – III. Распространение в РА: верховье р. Белая, склоны горы Фишт, подножье горы Оштен (CSR), гора Большой Тхач, хр. Лагонакский, отрог горы Чуба, близ озера Псенодах (Литвинская, 2012г).

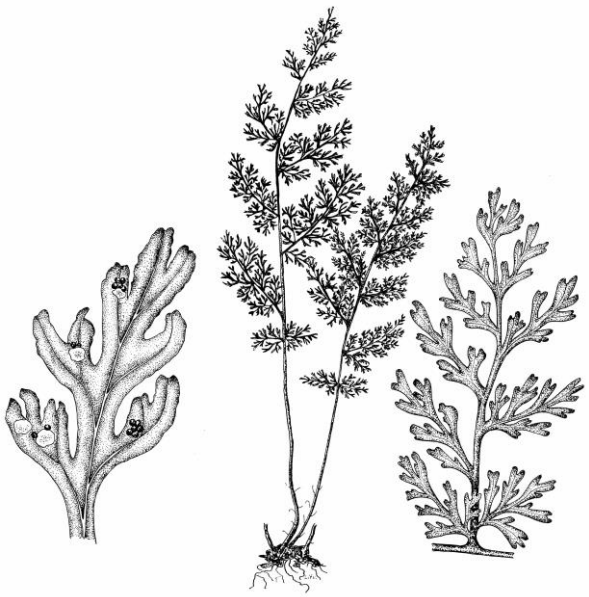


Рисунок 2. Cystopteris alpina (Литвинская С.А.)

Биология, экология. Травянистый летнезелёный короткокорневищный (розеточный) поликарпик высотой 10–15 см. Размножается вегетативно и спорами. Спороношение в VII–VIII. Гидрогамия. Анемохория. Мезофит. Гелиосциофит. Мезотроф. Мезотерм. Суббазифил, оптимум в щелочной среде, но может расти и на нейтральных и слабокислых субстратах. Карбонатофил. Верхн. горн. – альп. пояс, 1700–3600 м над ур. м. Ценокомплекс: Calcepetrophyton, хазмофит. Экологическая приуроченность: тенистые трещины известняковых скал, гроты, приснежные места, карстовые воронки, камни возле тающих снегов. Тип популяционной стратегии: экотопический патиент. В республике встречается редко, численность – низкая. Обилие – sp1. Произрастает одиночно или небольшими группами в трещинах скал. Популяции нормальные. Онтогенетический спектр неизвестен. Широта ценотической амплитуды: стенотопная, ассектатор. Динамика состояния популяции за последние 10 лет – предположительно стабильная, но вид имеет тенденцию к сокращению численности при нарушении биотопов. Изменений параметров популяционных полей ценопопуляций не зарегистрировано. Состояние популяций: уровень жизненности нормальный, угасание физиологического и морфологического

состояния не отмечено. Характер ареала – дизъюнктивный. Естественные лимитирующие факторы: стенотопность вида, низкая конкурентная способность; антропогенные: рекреация, разработка карьеров. Охраняется на территории КГПБЗ, Лагонакского биосферного полигона. Необходим поиск новых мест произрастания, уточнение географии вида, мониторинг состояния, ограничение хозяйственной деятельности в местах концентрации вида.

Из Fam. Woodsiaceae Herter (Subfamily Woodsioideae Schmakov) в Красную книгу РА включен один вид – Woodsia fragilis (Trev.) T. Moore, 1857 [Hymenocystis caucasica C. A. Mey. 1831; Dicksonia fragilis Trev. 1816; Hymenocystis fragilis (Trev.) A. Askerov, 1986]. Геоэлемент: кавказский эндемик. Реликтовый вид. Категория статуса редкости в Красной книге РА – «Уязвимые» (Литвинская, 2012д). Занесен в Красную книгу РФ с категорией 3 в, д – редкий вид (Литвинская, 2008б). Глобальная популяция вида включена в Красный список МСОП с категорией NT B2a ver. 3.1 (www.iucnredlist.org). Категория угрозы исчезновения вида на территории РА по категориям и критериям Красного списка МСОП – Vulnerable, VU B1b(ii,iii)c(ii,iii) ver. 3.1 (Литвинская С. А.). Приоритет охраны в РА – II. Распространение в РА: верх. р. Курджипс, подъём на Черкесский пер. от р. Белая, гора Большой Тхач (KBAI), скалы на склоне хр. Тхач (LE), ущ. р. Руфабго (Данные Литвинской), вост. склон горы М. Бамбак (LE), долина р. Белая, склон от р. Сахрай (LE), окр. ст. Даховская (Флёров, 1938), с. Хамышки (LE).

Биология, экология. Травянистый летнезелёный короткокорневищный поликарпик высотой 12–40 см. Размножается спорами и вегетативно. Спороношение (месяц) VII–IX. Гидрогамия. Анемохория. Характер зимующих органов – корневища. Мезофит. Сциофит. Мезо- и микротерм. Нейтрофил. Ценокомплекс: Calcepetrophyton. Синтаксономическая и экологическая приуроченность: затенённые известняковые скалы, щели каменных кладок вдоль дорог, обрывы, ущелья рек, полоса выходов доломитов; буково-грабовые леса, луговые склоны, камни на субальпийских лугах. Средн. – альп. пояс, от 500 до 2700 м над ур. м. Тип популяционной стратегии: экотопический патиент. Встречаемость в регионе – высокая, в оптимальных условиях плотность популяций может достигать 20 особей на 1 м2. Численность достаточная для полноценного произрастания и нормального функционирования популяций. Обилие – sp-cop1. Популяции нормальные, полночленные. Онтогенетический спектр неизвестен. Тренд динамики состояния популяции за последние 10 лет положительно-стабильный. Изменений параметров популяционных полей ценопопуляций не зарегистрировано. Уровень жизненности нормальный, угасание физиологического и морфологического состояния не отмечено. Естественные лимитирующие факторы: произрастание на границе ареала, узкая экологическая амплитуда; антропогенные: рекреация, рубки леса, хозяйственное освоение высокогорий, разработка карьеров. Вид охраняется на территории КГПБЗ, Лагонакского биосферного полигона. Необходимо введение ограничений хозяйственной деятельности, мониторинг популяций, контроль рекреационного использования ущелий, пещер.

Таким образом, из шести охраняемых в Республике Адыгея видов папоротников **Class** Polypodiopsida пять войдут в новое третье издание Красной книги с категорией «Уязвимые» (для двух видов категория изменена), один вид – с категорией «Находящиеся под угрозой исчезновения». Для большинства видов определен приоритет охраны III. Глобальная популяция Woodsia fragilis включена в Красный Список МСОП, Европейские популяции остальных видов по критериям МСОП отнесены к категории LC ver. 3.1 Необходимость охраны указанных видов папоротников на территории республики связана с их редкой встречаемостью, малочисленностью популяций и усилением негативного антропогенного воздействия.

Список литературы

1. Боровиков Г.А. Папоротники Кубани // Зап. Новорос. общ-ва естествоиспытателей. Одесса, 1909. Т. 33. С. 81–89.
2. Державина Н.М. Биоморфология и анатомия равноспоровых папоротников (эпилитов, эпифитов, земноводных и водных) в связи с адаптациогенезом: Автореф. дис. … д-ра биол. наук. М., 2006. 50 с.
3. Колаковский А.А. Флора Абхазии. Тбилиси: «Мецниереба», 1980. Т. 1. 211с.
4. Красная книга Краснодарского края. Растения и Грибы. 3 изд. / Отв. ред. С.А. Литвинская. Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017. 850 с.
5. Красная книга Республики Адыгея: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира. Изд. первое / [ред.-изд. совет: Г. Г. Козменко и др.]. Майкоп: Адыгея, 2020. 416 с.
6. Красная книга Республики Адыгея: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира: в 2 ч. Издание второе. Часть 1: Введение: Растения и грибы / Глав. ред. разд. «Растения» и «Грибы» Э.А. Сиротюк (Куваева). Майкоп: Качество, 2012. 340 с.
7. Литвинская С.А. Asplenium adiantum-nigrum L. // Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. ред. колл.: Ю. П. Трутнев и др. Сост.: Р. В. Камелин и др. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2008а. С. 571–572.
8. Литвинская С.А. Asplenium adiantum-nigrum L. // Красная книга Краснодарского края. Растения и Грибы. 3 изд. / Отв. ред. С. А. Литвинская. – Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017а. – С. 113–114.
9. Литвинская С.А. Asplenium adiantum-nigrum L. // Красная книга Республики Адыгея: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира: Изд. 2. Ч. 1: Введение: Растения и грибы / Глав. ред. разд. «Растения» и «Грибы» Э.А. Сиротюк (Куваева). Майкоп, 2012б. С. 95.
10. Литвинская С.А. Ceterach officinarum Milld. // Красная книга Краснодарского края (Растения и грибы). 2-е изд. / Отв. ред. С.А. Литвинская. – Краснодар: Дизайн Бюро № 1, 2007б. С. 88–89.
11. Литвинская С.А. Ceterach officinarum Willd. // Красная книга Республики Адыгея: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира: в 2 ч. Издание 2. Ч. 1: Введение: Растения и грибы / Глав. ред. разд. «Растения» и «Грибы» Э.А. Сиротюк (Куваева). Майкоп, 2012в. С. 97.
12. Литвинская С.А. Ceterach officinarum Willd. // Красная книга Краснодарского края. Растения и Грибы. 3 изд. / Отв. ред. С.А. Литвинская. – Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017б. С. 115–116.
13. Литвинская С.А. Cryptogramma crispa (L.) R. Br. ex Hook. // Красная книга Краснодарского края (Растения и грибы). 2-е изд. / Отв. ред. С.А. Литвинская. Краснодар: Дизайн Бюро № 1, 2007а. С. 78–79.
14. Литвинская С.А. Cryptogramma crispa (L.) R. Br. ex Hook. // Красная книга Республики Адыгея: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира: в 2 ч. Изд. 2. Ч 1: Введение: Растения и грибы / Глав. ред. разд. «Растения» и «Грибы» Э. А. Сиротюк (Куваева). Майкоп: Качество, 2012а. С. 94.
15. Литвинская С.А. Cystopteris regia (L.) Desv. // Красная книга Республики Адыгея: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира: Изд. 2. Ч. 1: Введение: Растения и грибы / Глав. ред. разд. «Растения» и «Грибы» Э. А. Сиротюк (Куваева). Майкоп, 2012г. С. 99.

16. Литвинская, С. А. Cystopteris regia (L.) Desv. // Красная книга Краснодарского края (Растения и грибы). 2-е изд. / Отв. ред. С.А. Литвинская. Краснодар: Дизайн Бюро № 1, 2007в. С. 91–92.
17. Литвинская С.А. Hymenocystis fragilis (Trev.) A. Askerov // Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / Гл. ред. колл.: Ю. П. Трутнев и др. Сост.: Р. В. Камелин и др. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2008б. С. 592–593.
18. Литвинская С.А. Woodsia fragilis (Trev.) T. Moore // Красная книга Краснодарского края. Растения и Грибы. 3 изд. / Отв. ред. С. А. Литвинская. Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017. С. 117–118.
19. Литвинская, С. А. Woodsia fragilis Trev. // Красная книга Республики Адыгея: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира: Изд. 2. Ч. 1: Введение: Растения и грибы / Глав. ред. разд. «Растения» и «Грибы» Э. А. Сиротюк (Куваева). Майкоп, 2012д. С. 98.
20. Литвинская С.А. Биологическое разнообразие Subclass Polipodiidae Cronquist, Takht et Zimmerm Северо-Западного Кавказа // Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России: Матер. XXII Междунар. науч. конф. Академия наук Чеченской республики, 4-6 ноября 2020. Махачкала: АЛЕФ, 2020. С. 142–152.
21. Литвинская С.А., Махлин Д.А. Эколого-ценотический анализ видов птеридофлоры Абхазского флористического района Кавказа // Экосистемы, 2020. Вып. 21. С. 5–17.
22. Пахомов Е. https://www.plantarium.ru/page/image/id/466219.html], дата обращения 10.03.2022.
23. Тимухин И.Н., Туниев Б.С. Asplenium woronowii Christ // Красная книга Республики Адыгея: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения объекты животного и растительного мира: в 2 ч. Изд. 2. Ч. 1: Введение: Растения и грибы / Глав. ред. разд. «Растения» и «Грибы» Э. А. Сиротюк (Куваева). Майкоп, 2012. С. 96.
24. Тимухин И.Н., Туниев Б.С. Asplenium woronowii Christ // Красная книга Краснодарского края. Растения и Грибы. 3 изд. / Отв. ред. С.А. Литвинская. Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017. С. 113–114.
25. Тимухин И.Н. Дополнения к флоре сосудистых растений Кавказского государственного природного биосферного заповедника // Матер. регион. научно-техн. конф. аспиранов и студентов «Наука XXI века». Майкоп, 2001. С. 156–157.
26. Тимухин, И.Н., Туниев Б.С., Акатова Т.В. Сосудистые растения // Труды Кавказск. гос. прир. биосф. заповедника: сб. науч. тр. / Министерство прир. ресурсов РФ, 2009. Вып. 19. С. 138–139.
27. Туниев Б. С., Тимухин И.Н. Новые находки редких видов флоры и фауны на Северо-Западном Кавказе: оптимизм и тревоги // Актуальные проблемы экологии в условиях современного мира: Матер. II Междунар. науч.-практ. конф. Майкоп: Изд-во МГТУ, 2002. С. 137–139.
28. Флеров А. Ф. Список растений Северного Кавказа и Дагестана. Ростов-на-Дону: Ростовское областное книгоиздательство, 1938. 696 с.
29. Mariana García Criado, Henry Väre, Ana Nieto, Rui Bento Elias, Robert Dyer, Yury Ivanenko, Daniella Ivanova, Richard Lansdown, José Antonio Molina, Germinal Rouhan, Fred Rumsey, Angelo Troia, Jan Vrba and Maarten J. M. Christenhusz. European Red List of Lycopods and Ferns. IUCN, Brussels, Belgium, 2017. 59 p.
30. Otte V., Frisch B. Vascular plants of the Nature Park «Bolsoj Thac» and its vicinity compiled from the available data by Volker Otte and Birgit Frosch. Appendix I. Biodiversity Documentation // Abh. Ber. Naturkundemus. Gorlitz, 2007. 79. S. 179–189.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ШАЛФЕЯ КОРОВЯКОВОГО ПО ТЕРРИТОРИИ ТАЛГИНСКОГО УЩЕЛЬЯ ДАГЕСТАНА

Магомедова М.А., Гасанова Б.Г.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный университет», г. Махачкала, Россия
kafedrabotaniki.dgu@mail.ru

DISTRIBUTION OF SAGE KOROVIAKOV IN THE TERRITORY OF THE TALGINSKY GORGE OF DAGESTAN

Magomedova M.A., Gasanova B.G.
Federal state budgetary educational institution of higher education "Dagestan state university", Makhachkala, Russia

Аннотация. Целью исследования являлось изучение пространственного размещения особей *Salvia verbascifolia* в ценопопуляции Талгинского ущелья. Благодаря особенностям территориального распределения, достигается оптимальная плотность, стабильность и продуктивность особей, то есть, реализуются основные адаптации популяции. Этот охраняемый вид на данной территории находится на северной границе своего ареала. На двух заложенных разномасштабных трансектах путем подсчета установлен размер данной ценопопуляции, что составило около 167 819 штук особей на 24 га, что позволило оценить ее состояние как хорошее. Усредненная плотность особей в трансектах более или менее соизмерима: 0,73 в первой и 0,68 во второй. Однако, особи распределяются в разных участках популяции неодинаково и характер этого распределения еще предстоит определить.

Ключевые слова: ценопопуляция, пространственное распределение, плотность особей

Abstract. The aim of the study was to study the spatial distribution of Salvia verbascifolia individuals in the cenopopulation of the Talga Gorge. Due to the peculiarities of the territorial distribution, the optimal density, stability and productivity of individuals is achieved, that is, the main adaptations of the population are realized. This protected species in this area is located on the northern border of its range. On two transects of different scales, the size of this cenopopulation was determined by counting, which amounted to about 167,819 individuals per 24 ha, which made it possible to assess its condition as good. The average density of individuals in the transects is more or less comparable: 0.73 in the first and 0.68 in the second. However, individuals are distributed differently in different parts of the population, and the nature of this distribution has yet to be determined.

Keywords: cenopopulation, spatial distribution, density of individuals

Одна из насущных проблем человечества - сохранение биологического разнообразия Земли, в том числе и растительного покрова, в условиях антропогенного влияния. Реализация ее возможна только при всестороннем изучении эколого-биологических особенностей видов растений. Среди многих характеристик – пространственное распределение особей, что служит лучшему пониманию сложения и функционирования сообществ.

Повышенное внимание привлекают те виды, которые способны обитать в стрессовых экологических условиях. И к ним относятся представители скально-осыпной флоры, как наиболее типичные для горных районов республики Дагестан и среди них - шалфей коровяколистный Талгинского ущелья.

Талгинское ущелье, расположено в 17 км от Махачкалы – столицы Дагестана. Находясь на границе между низменным и горным Дагестаном, ущелье представляет собой естественный резерват передовых центральных предгорий (Эльдаров, 1991). Его ландшафт представлен отвесными скалами, глубокими расщелинами, нагромождением обломков горной породы, подвижными осыпями, уплощенными гребнями и склонами со сцементированным щебеночным субстратом, покрытым шибляком и редколесьем. Среди коренных материнских пород преобладают толщи красных известняков и песчаников, а также мергели. Почвы разнообразны, но маломощны, каменисты и хрящеваты, а на подвижных обломочных породах и скалах они вообще отсутствуют (Залибеков, 2010). По дну пролегает грунтовая дорога, которая в сильный ливень превращается в бурный поток. Ширина узкой части Талгинского ущелья не превышает 10 – 15 м, высота над уровнем моря наивысшей точки составляет около 650 м. Это область с жарким аридным климатом, где отсутствуют водные источники, а осадки не превышают 350 мм в год. Даже близость Каспийского моря не способствует увлажнению воздуха, поскольку от побережья ущелье отделено горными массивами Таркитау и Нараттюбе. Все это существенно ограничивает жизненные возможности высших растений, но с другой стороны, сильная изрезанность, вертикальная поясность и развитость микрорельефов способствуют мозаичности и биотопическому разнообразию. Поэтому растительный покров Талгинского ущелья характеризуется высокой степенью гетерогенности и индивидуальности, и позволяет рассматривать его как удобную модель индикации происходящих процессов для выявления динамики и тенденций развития.

Объект исследования шалфей коровяковый, или шалфей коровяколистный - *Salvia verbascifolia* Bieb – корневищное травянистое растение семейства Губоцветные - Labiatae (Lamiaceae), порядка Lamiales, класса двудольные (Magnoliopsida) отдела покрытосеменные растения (Magnoliophyta). В республике Дагестан встречается в предгорьях (нижний горный пояс). Светолюбив, засухоустойчив. Вид для Дагестана является редким и относится к 3-й категории (NT) (Красная книга, 2020). В республике проходит северная граница его ареала. Местами произрастания являются скалы, щебнистые и каменистые склоны, а также кустарниковые сообщества предгорий, что свидетельствует об узкой экологической амплитуде и строгой приуроченности к одному высотному режиму.

Растение до 60 см высоты. Стебли четырехгранные, прямостоячие, простые, коротко и железисто опушенные, клейкие. Листья супротивные, черешковые, овально-сердцевидные, опушенные. Цветки крупные, двугубые, белые (Флора СССР, 1954; Галушко, 1980). Для шалфея коровяколистного, произрастающего в Талгинском ущелье Дагестана, характерно большое количество цветков и высокий процент развития семяпочек, что предполагает хорошую семенную продуктивность вида. Кроме того, вид характеризуются высокой степенью изменчивости размеров семян, что объясняется экстремальностью экологических условий и нехваткой жизненных ресурсов, которые не позволяют всем плодам сформироваться в одинаковой степени. Такие биологические особенности играют большую роль в сохранении популяции шалфея коровяколистного.

Однако, немаловажным является характер размещения особей изучаемого вида в пространстве популяционного поля. Считается, что благодаря особенностям территориального распределения, достигается оптимальная плотность, стабильность и продуктивность особей, то есть, реализуются основные адаптации популяции (Заугольнова, 1994; Злобин, 2009; Животовский, 2019).

Пространственное размещение зависит от внешних условий и биологических характеристик вида (Животовский, 2019). Так характер горизонтального распределения растений в пределах популяционного поля зависит от особенностей генеративного и вегетативного размножения, характера среды обитания (Акшенцев, 2006) и служит

лучшему пониманию сложения фитоценозов. По типу размещения особи можно сказать об условиях экологической обстановки и взаимоотношениях между растениями, характере мозаики микроусловий, способах размножения растений (Животовский, Османова, 2019).

Методика. Исследования пространственной структуры ценопопуляций базировались на картировании постоянных площадей. Обследована центральная зона северо-восточного склона ущелья от середины до самой верхней части в пределах площади изучаемой ценопопуляции *Salvia verbascifolia* на высотах от 370 до 608 м н.у.м. Ценопопуляция описана в злаково-разнотравных сообществах на маломощных щебневатых горных почвах, развитых на меловом послое.

Здесь закладывались две трансекты разных размеров с последующим выделением скоплений и их анализом (Животовский, 2019). Они разбивались на квадратные площадки (1 м^2), где учитывали местоположение каждой особи с указанием вегетативного или генеративного состояния. Выявляли площадь (P) ценопопуляции. Определяли плотность особей на трансектах. Вычислили приблизительную среднюю численность особей (N) в изучаемой ценопопуляции.

Результаты. Маршрутным методом были пройдены гребень и склоны северо-восточного массива Талгинского ущелья и определена приблизительная площадь популяционного поля. Оказалось, что самые обширные скопления *Salvia verbascifolia* произрастают на гребне, их также можно встретить на склонах и совсем редко – на дне ущелья. Как правило, фитоценозы с особями *Salvia verbascifolia* находятся на открытых участках, это как закрепленные, так и подвижные щебенистые субстраты с травянистым покровом разной разреженности, густоты и таксономической принадлежности. Это или чистые травянистые фитоценозы, или с присутствием подушек эспарцета вооруженного, или с кустарниками.

Исследованная часть ущелья без учета кривизны рельефа по протяженности составила 2400 м с разной шириной в начале и конце изучаемой территории. Схема маршрута на миллиметровой бумаге позволила оценить приблизительные размеры охваченного популяционного поля. В общей сложности оно составило 240 130 м^2, или 24 га. Зная среднюю плотность особей на трансекте (популяционная плотность, D$=\frac{N}{P}$) и площадь (P) ценопопуляции, вычислили приблизительную среднюю численность особей (N) в изучаемой ценопопуляции.

На первой площади размещалось 191 особей *Salvia verbascifolia*, на второй – 366. Таким образом, плотность оказалась невысокая (табл.). Если исходить из такого среднего числа особей на трансекту, то численность особей данного вида на этой части хребта может составить где-то 167 819 штук.

Состояние ценопопуляции изучаемого вида соответствует градации «хорошее» (Остапко, 2005), поскольку популяционное поле нашего объекта более 3 га, а число особей – не менее 5-10^4 шт.

Однако, на самом деле цифры должны быть на порядок ниже, так как трансекты мы закладывали в местах скоплений особей, а они не повсеместны в Талгинском ущелье. Остальные участки популяционного поля практически не включают особи изучаемого растения.

Таблица. Результаты распределения особей на трансектах

№ трансекты	№ площадки	Высота н.у.м.	Расстояние (м) между площадками	Площадь ($м^2$)	Кол во особей	Плотность на $м^2$
1	1	596	5,5	2	4 / 1g	2,0 / 0,5
	2	600	18	26	40/17g	1,5 / 0,6
	3	605	25	10	81/12g	8,1 / 1,2
	4	608		225	66/14g	0,29 / 0,06
			57 м	**263**	**191/ 44g**	**0,73 / 0,17**
2						
	5	608	68	115	133/15g	1,2 / 0,13
	6	583	131	160	97 / 13g	0,6 / 0,08
	7	580	255	235	99 / 7g	0,42 / 0,03
	8	370		24	37 / 11g	1,5 / 0,46
			602 м	**534**	**366 / 46**	**0,68 / 0,09**

На территории склона выделенные трансекты шли по косой. Первая имела длину 57 м и тянулась снизу в верх, от высот 956 м.н.у.м. до 608 (табл.) Она представляет собой сложную мозаику участков с уцелевшей почвой и довольно развитым естественным растительным покровом. На этом протяжении выделили 4 площадки с разной площадью (от 2 $м^2$ до 225), охватывающие все произрастающие особи *Salvia verbascifolia.* Вторая трансекта, наоборот, спускалась сверху вниз, от 608 м.н.у.м. до 370. Для данной территории характерны обнажения коренной породы и в различной степени размытость, вплоть до полного отсутствия почвы. Трансекта тоже содержала 4 скопления особей данного вида на разноразмерных площадях (от 24 $м^2$ до 235). На первой трансекте с площадками общим размером 264 $м^2$ размещалось 191 особь. Из них 44 генеративные.

На второй – с площадью 534 $м^2$ произрастало 366 штук шалфея коровякового. Из них генеративными были лишь 44 (табл.). Несмотря на неоднозначность трансект по размерам, крутизны склонов и другим особенностям микрорельефа, усредненная плотность особей в трансектах более или менее соизмерима: 0,73 в первой и 0,68 во второй. Но различные участки, даже одной трансекты могут иметь большую разницу в плотности особей, что наглядно продемонстрировано в таблице. Кроме того, крупные скопления могут быть собраны из нескольких мелких, поэтому можно выделить несколько уровней агрегированности; и скопления разного уровня могут иметь разную плотность. То есть, можно сказать, что особи распределяются в разных участках популяции неодинаково и характер этого распределения предстоит определить посредством разных методик (Грейг-Смит, 1967; Одум, 1975; Марков, 2012).

Список литературы

1. Акшенцев, Е.В. Пространственно-временная организация ценопопуляций купальницы европейской: Trolliuseuropaeus L.: специальность 03.00.16. «Экология»: автореф. дис. … канд. биологич. Наук. – Йошкар-Ола, 2006. – 211 с. – URL: Users/био/Downloads/autoref-prostranstvenno-vremennaya-organizatsiya-tsenopopulyatsii-kupalnitsy-evropeiskoi-trollius-eu.pdf. (дата обращения 29.05.2020). - Текст: электронный.*
2. Галушко А.И. Флора Северного Кавказа: определитель. – Ростов н/Д: Изд-во Рост. унив., 1980. - Т.3. –328 с.
3. Грейг-Смит, П. Количественная экология растений. – Текст: электронный // Истина. – 1967. – с 5-11. – URL: /istina.msu.ru/collections/11103869 (дата обращения: 14.09.20). Режим доступа: Университетская библиотека ONLINE: [электрон.-библ. система.].*

4. Животовский, Л. А., Османова Г.О. Популяционная биогеография растений. - Йошкар-Ола: ООО Типография «Вертикальный», 2019. - 128 с. – ISBN 978-5-905314-53-7. Текст: непосредственный.
5. Заугольнова, Л. Б. Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга: специальность 03.00.05 «Ботаника»: автореф. дисс. д-ра биол. наук в форме научного доклада. - СПб, 1994. - 70 с. – URL:::///C:/Users/био/Downloads/ZaugolnovaLB_1994_15_1.pdf – Текст: электронный.*
6. Злобин, Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста: монография. – Сумы: Университетская книга, 2009. –263 с. Марков, М. В. Популяционная биология растений: учебное пособие. - М: Товарищество научных изданий КМК, 2012. - 387 с. - ISBN 978-5-87317-816-2. – Текст: непосредственный.
7. Красная книга Дагестана. – Махачкала: Типография ИП Джамалудинов М.А. 2020. – 800 с. – ISBN 978-5-9946-0339-0. – Текст: непосредственный.
8. Одум, Ю. Основы экологии: учебное пособие. – М.: Мир, 1975. - 740 с. – Текст: непосредственный.
9. Остапко В.М. Эйдологические, популяционные и ценотические основы фитосозологии на юго-востоке Украины: монография. - Донецк: Издательство Лебедь, 2005. - 408 с. – ISBN 966-508-322-8. Текст: непосредственный.
10. Флора СССР. - Т. XXI. Род Шалфей — Salvia, 1954. – С. 704.
11. Эльдаров, М.М. Памятники природы Дагестана / М. М. Эльдаров – Махачкала: Дагкнигоиздат, 1991. – 116 с.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ЩЕРБАКОВСКИЙ»

Макарова В.В., Ковшарева В.С., Веденеев А.М.
Россия, г. Волгоград, ФГБОУ ВО "Волгоградский государственный социально-педагогический университет"
serebryanskaya.leta@mail.ru

Аннотация. Приводятся данные о видовом составе лихенобиоты природного парка «Щербаковский», жизненных формах и экологических группах лишайников, принадлежности видов к географическим элементам и типам ареалов.

Ключевые слова: лихенобиота, экологические группы, биоморфологические группы, географические элементы, ареологические группы, экотопы.

Abstract. Data are given on the species composition of the lichen flora of the Shcherbakovsky Natural Park, life forms and ecological groups of lichens, species belonging to geographical elements and types of habitats.

Keywords: lichenobiota, ecological groups, biomorphological groups, geographical elements, areological groups, ecotopes.

На сегодняшний день в нашем регионе большое внимание уделяется комплексному изучению и мониторингу биоты особо охраняемых природных территорий, в первую очередь, природных парков.

В рамках федеральной программы “Лишайники России" на протяжении ряда лет экспедиционный отряд ИЕНО, ФК и БЖ нашего университета занимается изучением лишайникового компонента биоты особо охраняемых природных территорий, расположенных в нашем регионе. Одной из таких ООПТ является природный парк “Щербаковский”.

Нами исследования на данной территории проводятся планомерно с 2006 года. В данной статье мы рассмотрим результаты, полученные в ходе экспедиции этого года. В результате проведенных исследований для территории природного парка «Щербаковский» выявлен современный видовой состав лихенобиоты, спектр биоморф, экологических групп и распределение видов по географическим элементам и типам ареалов.

Было выявлено 59 видов лишайников из 28 родов и 11 семейств. Это такие виды как: Bryoria subcana, Caloplaca citrina, Caloplaca decipiens, Caloplaca ferruginea, Caloplaca holocarpa, Candelariella aurella, Cetraria steppae, Cladonia cariosa, Cladonia chlorophaea, Cladonia fimbriata, Cladonia foliacea, Cladonia pyxidata, Cladonia rangiferina, Cladonia rei, Diploschistes scruposus, Endocarpon pusillum, Evernia mesomorpha, Evernia prunastri, Hypogymnia physodes, Hypogymnia tubulosa, Lecanora bicincta, Lecanora dispersa, Lecanora hagenii, Lecanora muralis, Lecanora varia, Melanelixia glabra, Melanelixia subargentifera, Melanohalea exasperata, Melanohalea exasperatula, Melanohalea septentrionalis, Neofuscelia pulla, Neofuscelia ryssolea, Parmelia sulcata, Parmeliopsis ambigua, Peltigera didactyla, Peltigera rufescens, Phaeophyscia nigricans, Phaeophyscia orbicularis, Physcia adscendens, Physcia stellaris, Physconia distorta, Physconia enteroxantha, Pleurosticta acetabulum, Ramalina capitata, Ramalina farinacea, Ramalina pollinaria, Rhizocarpon geographicum, Rinodina archaea, Rinodina bischoffii, Tuckermannopsis chlorophylla, Usnea hirta, Vulpicida pinastri, Xanthoparmelia camtschadalis, Xanthoparmelia loxodes, Xanthoparmelia somloensis, Xanthoparmelia subdiffluens, Xanthoria candelaria, Xanthoria parietina, Xanthoria polycarpa [1, с. 7].

Некоторые виды, ранее указывавшиеся для природного парка «Щербаковский», в этом году не были обнаружены. Это такие виды как: Acarospora fuscata, Anaptychia ciliaris, Aspicilia cinerea, Arthonia dispersa, Arthonia patellulata, Arthonia radiata, Aspicilia cinerea, Aspicilia contorta, Buellia alboatra, Buellia stigmata, Circinaria hispida, Collema minor, Diploschistes muscorum, Lobothallia alphoplaca, Physcia dubia [2, 3 с. 7].

Однако мы не можем утверждать, что эти виды выпали из лихенобиоты парка. Скорее всего, они не были обнаружены из-за недостаточного времени для обследования территории.

Преобладающим числом видов представлены семейства: Parmeliaceae (23 вида), Physciaceae (7 видов), Cladoniaceae (7 видов), Teloschistaceae (7 видов), Lecanoraceae (5 видов).

Наибольшее количество видов имеют следующие роды лишайников: Cladonia (7 видов), Lecanora (5 видов), Caloplaca и Xanthoparmelia (по 4 вида), Melanohalea, Neofuscelia, Ramalina, Xanthoria (по 3 вида).

Достаточно высокое видовое разнообразие лихенобиоты исследуемой территории может быть объяснено значительным разнообразием субстратов, относительной неоднородностью природно-климатических условий, сохранностью степных участков, разнообразием древесно-кустарниковых комплексов, в т.ч. байрачных лесов, искусственных сосновых посадок и березовых колок.

Нами проводился анализ распределения видов лишайников по экологическим группам по отношению к субстрату. Были выявлены эпифитные, эпигейные, эпилитные и эврисубстратные виды. Преобладающими экологическими группами являются эпифитные (34 вида) и эпигейные лишайники (15 видов). В меньшей степени распространены эпилитные и эврисубстратные виды (по 5 видов).

Абсолютное большинство лишайников приурочено к строго определенному типу субстрата. Лишь 5 видов проявляет более широкую экологическую валентность и заселяет различные субстраты. Это такие виды как Physcia adscendens, Candalariella aurella, Cladonia fimbriata, Lecanora muralis и Xanthoria parietina.

Анализ состава жизненных форм показал наличие 3 основных морфологических типов лишайников: накипных, листоватых и кустистых. Преобладают листоватые лишайники - 31 вид, накипных насчитывается 15 видов, а кустистых - 13 видов.

Такая картина не типична для нашего региона, в котором в целом преобладают накипные формы. Это связано, прежде всего, с наличием достаточно взрослых хорошо развитых пойменных и байрачных лесов, березовых колок, к которым и приурочена основная масса листоватых видов.

Одной из важных задач изучения лихенобиоты является выявление особенностей географического распространения составляющих её видов, т.к. это позволяет определить происхождение и этапы развития лихенобиоты. В основу выделения географических элементов был положен принцип разделения на ареологические группы.

В составе лихенобиоты природного парка «Щербаковский», выявлены лишайники, относящиеся к 4 географическим элементам и 6 типам ареалов (см. табл. 1).

Таблица 1. Географические элементы и типы ареалов лишайников

Географический элемент	Кол-во видов	Тип ареала	Кол-во видов
Неморальный	11	Голарктический	20
Бореальный	16	Мультирегиональный	34
Мультизональный	24	Евразо - африканский	1
Аридный	8	Евразиатский	2
		Евразо - американский	1
		Европейский	1

Таким образом, наибольшее количество видов принадлежит к мультизональному (24 вида) и бореальному (16 видов) элементам. Далее следуют неморальный (11 видов) и аридный (8 видов) географические элементы. Наличие представителей разных географических элементов связано с наличием в районе исследования условий, необходимых для развития видов лишайников всех этих географических зон (дубравы, пойменные лиственные леса, сосновые посадки, березовые колки, старинные робинники и т.д.). При этом преобладают виды с широким распространением – мультирегиональным (34 вида) и голарктическим (20 видов), что говорит о низкой специфичности флоры.

Одной из задач нашей работы было выявление редких для территории Волгоградской области видов лишайников. В районе исследования выявлено 7 видов, занесенных в Красную книгу Волгоградской области: Bryoria subcana, Cetraria steppae, Melanohalea septentrionalis, Peltigera rufescens, Ramalina capitata, Tuckermannopsis chlorophylla, Xanthoparmelia loxodes [4, с. 7]. К перечню видов, являющихся объектами мониторинга на территории Волгоградской области относятся 5 видов: Cladonia rangiferina, Evernia mesomorpha, Rhizocarpon geographicum, Vulpicida pinastri, Xanthoparmelia somloensis [4, с. 7].

Для сохранения выше указанных видов необходимо обеспечить комплексную сохранность тех экотопов, в которых они встречаются.

Данные переданы в дирекцию природного парка «Щербаковский» для проведения мониторинговых работ на его территории, что будет способствовать сохранению

биоразнообразия. Полученные данные будут также способствовать решению вопроса о происхождении и этапах развития региональной лихенобиоты.

На биоразнообразие лишайников влияет значительное число факторов как антропогенной, так и не антропогенной природы. Основным антропогенным фактором является атмосферное загрязнение. Не только загрязнение снижает биоразнообразие лишайников, но и уничтожение соответствующих мест обитания и субстратов, чему способствуют естественные и антропогенные лесные пожары, вырубки, вытаптывание и пр.

Охрана лишайников в основном заключается в сохранении естественных биотопов, уменьшении антропогенной нагрузки, в том числе в снижении загрязнения приземного слоя атмосферы.

Можно предложить следующие возможные пути оптимизации по сохранению биоразнообразия лишайников:

Разработка и проведение более усовершенствованного комплекса мероприятий по снижению загрязнения воздуха;

Создание новых и улучшение уже имеющихся ООПТ. Для осуществления такого комплекса является проведение мероприятий: разработка градостроительной документации; установка и внедрение систем раннего пожарообнаружения; установка информационных щитов, стендов и ограничительных знаков, информирующих о нахождении в данном ООПТ охраняемых видов лишайников; установка ограничительных препятствий для въезда автотранспорта; реорганизация службы охраны;

Воспитание экологической культуры населения, создание и развитие эколого-просветительских программ, направленных на проблему сохранения биоразнообразия лишайников;

Изучение возможности культивирования лишайников.

Авторы выражают надежду, что эти предложения будут способствовать сохранению биоразнообразия России в современных условиях.

Список литературы

1. Веденеев А.М., Заварухина Д.В. Лишайниковый компонент биоты природного парка “Щербаковский” // Изучение и сохранение естественных ландшафтов: сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 80-летнему юбилею Волгоградского государственного социально-педагогического университета и естественно-географического факультета ВГСПУ (12-15 сентября 2011 г.) – М: Планета, 2011. – С. 99 – 102.
2. Веденеев А.М., Коваленко Д.В., Бондарчук А.А. К вопросу о лихенобиоте природного парка "Щербаковский" // Изучение, сохранение и восстановление естественных ландшафтов: Сборник статей V Международной научно-практической конференции, г. Волгоград, 12 - 16 октября 2015 г. / Коллектив авторов. - М.: Планета, 2015. - С. 42 - 45.
3. Веденеев А.М. Лишайники / Красная книга Волгоградской области. Книга в двух томах. 2-е изд., перераб. и доп. Т. 2 Растения и другие организмы / под ред. д.б.н., проф. О. Г. Барановой, д.б.н., проф. В. А. Сагалаева. Воронеж: ООО «Издат-Принт», 2017. - С. 212 - 223.
4. Мучник Е.Э., Инсарова И.Д., Казакова М.В. Учебный определитель лишайников Средней России: учеб.-метод. пособие. - Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина, 2011. - 360 с.

5. Определитель лишайников России / отв. ред. Н. С. Голубкова. - Спб.: Наука, 1996, 1998. Вып. 6,7.

СИТУАЦИЯ С РАЗМНОЖЕНИЕМ ВЕСЛОНОГИХ (PELECANIFORMES) В ЗАПОВЕДНИКЕ «РОСТОВСКИЙ»

Миноранский В.А.[1,4], Малиновская Ю.В.[2,4], ТихоновА.В.[1], Килякова В.С.[1,3]
[1]Кафедра зоологии Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, Россия,
[2]Кафедра экологии и природопользования Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, Россия
[3]Специализированный учебный научный центр Южного федерального округа, г. Ростов-на-Дону, 344090, Россия
[4]Ассоциация «Живая природа степи», Ростов-на-Дону, Россия
(priroda.rostov@yandex.ru или mgingerm@yandex.ru)

STATE OF REPRODUCTION OF PELECANIFORMES IN NATURE RESERVE «ROSTOVSKY»

Minoranskiy V.A.[1,4], Malinovskaya Yu. V.[2,4], Tikhonov A. V.[1],
Kilyakova V. S.[1,3]
[1]Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
[2]Association "Wildlife of the Steppe", Rostov-on-Don, Russia
[3]Specialized Educational Scientific Center of the Southern Federal District, Rostov-on-Don, 344090, Russia
[4]Department of Ecology and nature resource management Academy of Biology and Biotechnologies Southern Federal University

Аннотация. В заповеднике «Ростовский», расположенном в районе озера Маныч-Гудило, кудрявый (*Pelecanus crispus* Bruch) и розовый (*P. onocrotalus* L.) пеликаны, большой баклан (*Phalacrocorax carbo* L.) встречаются на различных водоемах. В последние годы здесь размножаются только *P. crispus* и *Ph. carbo* исключительно на острове Прибрежный. Потепление климата и пересыхание многих степных водоемов привели к концентрации на острове ряда околоводных птиц, и повлияли на их поведение. В данной статье рассматриваются сроки весеннего прилета и размножения представителей Pelecaniformes, количество их гнезд и их распределение в субколониях. Отмечено возрастание хозяйственной деятельности населения в окрестностях заповедника в XXI веке и её негативной влияние на биоразнообразие.

Ключевые слова: заповедник «Ростовский», *Pelecanus crispus, P. onocrotalus, Phalacrocorax carbo,* размножение, изменения, антропогенные и климатические факторы.

Abstract. Dalmatian (*Pelecanus crispus* Bruch) and great white (*P. onocrotalus* L.) pelicans, great cormorant (*Phalacrocorax carbo* L.) are found in various reservoirs of the Rostovsky reserve, located in the area of Lake Manych-Gudilo. In recent years, only *P. crispus* and *Ph. carbo* breed here exclusively on Pribrezhny Island. Climate warming and drying up of many steppe water bodies led to the concentration of a number of semiaquatic birds on the island, and influenced their behavior. This article examines the timing of the spring arrival and reproduction of Pelecaniformes representatives, the number of their nests and their distribution in the territory of the colony. An increase in the economic activity of the population in the vicinity of the reserve in the 21st century and its negative impact on biodiversity are noted.

Keywords: nature reserve «Rostovsky», Pelecanus crispus, P. onocrotalus, Phalacrocorax carbo, reproduction, changes, anthropogenic and climatic factors.

В Кумо-Манычской впадине и расположенном в ней соленом озере Маныч-Гудило (*далее* оз. М.-Г.) отмечено четыре вида из отр. Веслоногие (Pelecaniformes). Оз. М.-Г. находится на северной границе размножения видов сем. Пеликановые (Pelecanidae) – кудрявого (*Pelecanus crispus* Bruch) и розового (*P. onocrotalus* L.) пеликанов (Водно-болотные угодья России, 2006; Миноранский, 2001, 2020). Здесь гнездится большой баклан (*Phalacrocorax carbo* L.) и изредка наблюдается малый баклан (*Ph. pygmaeus* Pall.) из сем. Баклановые (Phalacrocoracidae) (Миноранский и др., 2006). Пеликаны и малый баклан относятся к редким видам и включены в Красные книги Ростовской области (*далее* РО) (Красная книга, 2004, 2014), Республики Калмыкия (Красная книга, 2013), РФ (Красная книга, 2001).

К 90-м годам XX века восточно-европейские степи под влиянием перевыпаса скота превратились в антропогенно-опустыненные территории (Зонн, 1995; Зонн, Куст, 1999; Миноранский, Габунщина, 2001), что негативно отразилось на биоразнообразии. Для его восстановления и сохранения создали заповедник «Ростовский» (*далее* заповедник). Благодаря деятельности его сотрудников, поддержке Ассоциации «Живая природа степи» (*далее* Ассоциация), иных структур, включая администрации районов и РО, заповедник в течение короткого времени организовал эффективную природоохранную деятельность, восстановил естественную биоту и в 2009 г. был включен во Всемирную сеть резерватов ЮНЕСКО.

Занимаясь наблюдениями за биоразнообразием этого района с 50-х годов XX в. (Миноранский, 1962, 1963), участвуя в организации, деятельности заповедника и Ассоциации, авторы настоящей статьи исследовали изменения в биоте на территории заповедника «Ростовский» под влиянием антропогенных и природных факторов. Удобными объектами для этих целей являются, прежде всего, редкие и исчезающие птицы, размножающиеся на о-ве Прибрежный оз. М.-Г., расположенном в охраняемой зоне заповедника. Наблюдения за ними проводились ежегодно и часть из них до 2018 г. опубликована (Миноранский, 2001, 2020; Миноранский и др., 2012, 2015; Тихонов и др., 2018). В настоящей статье представлены материалы, собранные авторами по веслоногим в последние годы.

Место и методы работы

Заповедник «Ростовский» организован 27.12.1995 г., а его охранная зона – 4.11.2000 г. Находится он на правобережье оз. М.-Г. в районе с жарким засушливым климатом, недостатком пресной воды, тёмно-каштановыми и каштановыми почвами с пятнами солонцов, травянистой растительностью пустынных степей (Миноранский, Чекин, 2003). Наиболее крупная гнездовая колония околоводных птиц расположена на о-ве Прибрежный (Заливной) оз. М.-Г. в 200-300 м от материкового берега. О-в площадью 3-4 га и высотой 1,2-1,5 м покрыт травянистой растительностью (полынью, солянкой, злаками, лебедой и др.) и лишь по краям, на образующихся косах она отсутствует. Птицы заселяли о-в до создания заповедника. Охотники их здесь стреляли, собирали яйца и птенцов гусеобразных. В 2000 г. остров включили в охранную зону, и эта негативная деятельность прекратилась.

Для размножения птицы используют остров с марта (конца февраля) – апреля до июля. Основная масса гнезд с яйцами и птенцами кудрявого и розового пеликанов, большого баклана и иных птиц отмечается на нем во II-й половине апреля – I-ой половине мая. Позднее до июня появляется небольшое количество новых гнезд птиц, а часть их разоряется чайкой хохотуньей (*Larus cachinnans* Pall.), болотным лунем (*Cyrcus aeruginosus* L.), иногда проникающими сюда лисицей (*Vulpes vulpes* L.) и енотовидной собакой (*Nyctereutes procyonoides* Gray), другими хищниками. Наши наблюдения за

веслоногими проводились ежегодно в конце апреля – первой половине мая (максимальное количество гнезд), периодически – в другое время с начала создания заповедника (Водно-болотные угодья России, 2006; Миноранский и др., 2006, 2012, 2015; Тихонов и др., 2018). Учитывалось количество гнезд, яиц, птенцов, слетков и взрослых птиц, их питание, поведение, взаимоотношения разных видов. Ниже приводятся данные о ситуации с веслоногими в последние годы. За помощь в работе, ценные консультации авторы приносят искреннюю благодарность директору заповедника Л.В. Клец, зам. директора А.Д. Липковичу, научному сотруднику В.Д. Казьмину, инспектору С.В. Москаленко и другим сотрудникам.

Результаты и обсуждение

В районе заповедника веслоногие наблюдались в XX – XXI веках. Они отмечались на оз. М.-Г. и его заливах, Курниковом лимане, прудах Иванова, Бубошовский, Кандрашевский и других, где птицы кормились, отдыхали. Гнездились только на отдельных участках этой территории. На прилегающем к заповеднику Курниковом лимане на заломах тростника или сплавинах размножались большой баклан (20–30 пар) и кудрявый пеликан (в 1996 – 2005 гг. около 15 пар) (Водно-болотные угодья, 2006; Красная книга…, 2004). В холодную зиму 2005/2006 гг. из-за сильного промерзания воды рыба в нем погибла. С засушливого 2007 г. лиман стал мелеть и летом частично или полностью пересыхать. С 2006 г. веслоногие на нем не размножались, хотя, при наличии воды, появлялись их небольшие отдыхающие группы (Миноранский и др., 2012). Вместе с другими птицами периодически веслоногие размножались на о-ве Птичий оз. М.-Г., имевшем в 1996 г. длину около 130 м, ширину до 10 м, высоту – 80 см. Остров располагался в проливе между о-вом Водный и материковым берегом. Гнезд бакланов здесь в 2000 г. было 5, в 2004 г. – 6, в 2005 г. – 7, в 2007 г. – 15; гнезд кудрявого пеликана в 1999 г. – 8, в 2004 г. – 12. С годами уровень воды в оз. М.-Г. снижался, протока между островами мелела (сильно в 2007 г.), лисицы и иные хищники стали проникать на о-в Птичий. С 2008 г. птицы его покинули, а в дальнейшем он соединился с о-вом Водный (Миноранский и др., 2012).

Аридизация климата и пересыхание многих степных водоемов в XXI в. (особенно заметные с 2007 г.) привели в р-не заповедника к сокращению мест размножения веслоногих, как и других околоводных птиц. После 2008 г. они периодически наблюдались на заполненных водой водоемах, но гнездились только на о-ве Прибрежный. Постоянно здесь размножался большой баклан, до 1996 г. периодически гнездилось 6-40 пар розового пеликана (Миноранский, Чекин, 2003; Миноранский и др., 2015). В заповеднике розовый пеликан лишь однажды – в 2015 г. образовал здесь колонию из 7 гнезд. Гнезда кудрявого пеликана отмечены на о-ве Прибрежный в 2008 г. (3), в 2009 г. (8), в 2013 г. (2) (Миноранский и др., 2015). С 2013 г. до настоящего времени он размножался здесь ежегодно, увеличивая с каждым годом количество гнездящихся птиц.

Аридизация и потепление климата сдвинули сроки прилета, размножения этих птиц. Кудрявый пеликан и большой баклан весной в места гнездования прилетают рано. В недавнем прошлом на оз. М.-Г. это имело место в середине марта – начале апреля. К размножению они приступали с конца марта – преимущественно в апреле (Миноранский, 2001, 2020). В теплые зимы 2018/2019 гг. и 2019/2020 гг. оз. М.-Г. не замерзало, ледовый покров на озере отсутствовал. В холодный период 2020/2021 гг. лишь несколько дней озеро покрывалось тонким слоем льда, быстро разбиваемого ветром. В эти годы уже в феврале – I декаде марта пеликаны и бакланы держались около прошлогодних гнезд. У них происходили брачные игры, спаривание, ремонт старых и постройка новых гнезд, появлялись первые кладки яиц. А.Д. Липкович в 2019 г. наблюдал насиживающих яйца пеликанов уже 23 февраля (Липкович, 2020). В 2020 г. 29 февраля он дистанционно учел не менее 50 гнездящихся здесь пар пеликанов. В 2021 г. птиц около гнезд отмечали во II

декаде марта. Откладка яиц у пеликанов растянута, одновременно в колонии можно встретить как не вылупившиеся яйца, так и 3-6 недельных птенцов.

Пересыхание части водоемов и утрата околоводными птицами ряда мест гнездования привели к их концентрации на сохранившихся участках размножения, к конкуренции за гнездовые территории. На о-ве Прибрежный, помимо веслоногих, гнездятся колпица (*Platalea leucorodia* L.), серая (*Ardea cinerea* L.) и малая белая (*Egretta garzetta* L.) цапли, чайка хохотунья, черноголовый хохотун (*L.ichtyaetus* Pall.), чеграва (*Hydroprognae caspia* Pall.), иные птицы. Ограниченность мест размножения, интенсивное заселение о-ва многими видами, растянутость прилета, гибель первых яиц и повторные кладки, иные причины объясняют нахождение в субколониях веслоногих одновременно яиц, птенцов разного возраста.

В 2021 г. учеты гнезд на о-ве Прибрежный были выполнены нами 5 мая. Все субколонии веслоногих находились в центральной, удаленной от воды части острова. Наиболее крупная субколония, которая использовалась птицами многие годы, имела территорию с площадью 15 х 25 м, высотой в центре 2,5 – 3,0 м. Она представляла бугор из нагромождения толстых стеблей и веток, фекалий птиц и другого мусора. Часть этого субстрата в основании разложилась, приподняв уровень земли. На вершине находилось 13 гнезд бакланов. Они представляли расширяющуюся к основанию цилиндрическую, несколько сужающуюся к вершине форму с высотой 30 – 70 см, диаметром до 50 см, неглубоким лотком с диаметром 30 – 40 см и располагались в 15 – 40 см и более друг от друга. В гнездах находилось до 5 крупных птенцов, покрытых густым пухом с начинающими появляться маховыми и рулевыми.

В этой же субколонии размножался кудрявый пеликан. Его 66 гнезд находились в верхней (под гнездами бакланов) и средней части бугра. Гнезда представляли собой кучу небрежно расположенных и утоптанных сучьев кустарников, стеблей и листьев травы, водорослей, помета и иных предметов. В 2-х гнездах находились яйца, в 4-х – яйца и вылупившиеся слепые, голые и беспомощные птенцы, в 44-х – голые и с редкими пушинками птенцы, в 16-и – 2 – 5 равномерно покрытые пухом птенцов (8 – 12 дней). Последние иногда покидали гнезда и сидели недалеко от них. Птенцы обоих видов миролюбиво относились друг к другу, и можно было наблюдать их нахождение на расстоянии в 0,7 – 1 м.

Остальные субколонии веслоногие также располагались в центральной части острова, были моновидовыми, также находились на участках, где в прошлом имелись субколонии птиц. Они имели меньшие размеры, содержали небольшое количество гнезд и заселялись птицами позднее, чем в первой смешанной субколонии. В 2-й субколонии пеликанов находилось 10, а в 3-й – 8 гнезд с 2 – 4-мя яйцами в каждом. Гнезда в группах представляли единое комплексное сооружение, в котором некоторые насиживающие птицы сидели рядом и даже могли соприкасаться. Основу гнезд также составляли перемежающиеся толстые стебли и ветви. К вершине они чаще заменялись на более тонкие, а в лотках лежала солома, сухие водоросли, перья птиц. Ежегодно прошлогодние гнезда ремонтируются, достраиваются.

Большой баклан также имел еще две субколонии, состоящие из гнезд по форме, размерам и расположению, напоминающие таковые в первой смешанной группировки. В одной микроколонии было 12 гнезд (2 – с яйцами, 5 – с яйцами и вылупившимися птенцами, 5 – со слепыми птенцами), в другой – 11 гнезд (1 – с яйцами, 1 – с яйцами и слепыми птенцами, 9 – с голыми и покрывающимися пушинками птенцами).

Таким образом, на о-ве Прибрежном в 2021 г. имелись одна крупная смешанная субколония пеликанов и бакланов, 2 субколонии пеликанов и 2 – бакланов. Всего здесь размножалось 84 пары пеликанов и 36 – бакланов. Если сравнить количество гнездящихся

на о-ве веслоногих в последние годы (в 2018 г. – 21, в 2019 г. – 60, в 2020 г. – 64 пары пеликанов и соответственно 60, 28 и 32 – бакланов), то в 2021 г. численность пеликанов на острове и в заповеднике значительно возросла, а бакланов – увеличилась не значительно.

Заключение

Создание заповедника с буферной зоной положительно повлияло на сохранение большого баклана, увеличение количества гнездящихся особей кудрявого пеликана. Пересыхание многих степных водоемов после 2007 г. способствовала их, как и ряда других околоводных птиц, концентрации на о-ве Прибрежный. Аридизация климата привела к более раннему прилету пеликанов и бакланов в места гнездования, и сдвинула сроки начала размножения. Из-за ограниченности мест размножения, растянутости прилета, гибели первых кладок яиц и других причин в гнездах пеликанов и бакланов одновременно наблюдаются яйца и птенцы разных возрастов.

Наблюдаемая в последнее десятилетие интенсификация сельского хозяйства в окрестностях заповедника (увеличение поголовья скота, распашка степей, широкое применение пестицидов, удобрений и т.д.) без учета природоохранного законодательства, браконьерство, падение рыбных ресурсов и иные причины негативно отражаются на биоразнообразии. В последние годы здесь наблюдается значительная гибель грачей (*Corvus frugilegus* L.), хохотуний и иных животных от пестицидов. В 2021 г. на о-ве Прибрежном мы наблюдали десятки погибших хохотуний, впервые найдено 4 мертвых пеликанов. В гнездах чаек отмечалось большое количество целлофановых пакетов, часть из которых в скрученной форме находилась в отрыжках птиц. Все это заставляет совершенствовать нормативную и законодательную базу охраны природы, разрабатывать новые меры по сохранению биоразнообразия, включая пеликанов. О-в Прибрежный расположен в буферной зоне. Её режим охраны позволяет населению использовать территорию для сельскохозяйственных целей без нанесения вреда экосистемам. На о-ве находится наиболее богатая гнездовая колония околоводных птиц. Это единственное в заповеднике и в районе место размножения кудрявого пеликана, колпицы, черноголового хохотуна, чегравы. Несмотря на усилия сотрудников заповедника и Ассоциации, здесь отмечались случаи нарушения природоохранного режима. Специалисты неоднократно на различном уровне поднимали вопрос о присоединении этого о-ва к территории со строгим заповедным режимом. К сожалению, этот вопрос до сих пор остается нерешенным.

Список литературы

1. Водно-болотные угодья России. Т. 6: Водно-болотные угодья Северного Кавказа. М.: Wetlands International, 2006. 316 с.
2. Зонн И.С. Республика Калмыкия – Хальмг-Тангч – европейский регион экологической напряженности // Биота и природная среда Калмыкии. М.-Элиста: ТОО "Коркис". 1995. С. 6-18.
3. Зонн И.С., Куст Г.С. Проблемы опустынивания в России: состояние, оценки, пути решения // Опустынивание и деградация почв. Матер. Междунар. науч. конф. М.: Изд-во МГУ. 1999. С. 52-65.
4. Красная книга Российской Федерации (Животные). 2001. Москва: АСТ-Астрель, 2001. 864 с.
5. Красная книга Ростовской области. Т. I. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения животные. Ростов н/Д: Малыш, 2004. 364 с.
6. Красная книга Ростовской области. Т. I. Животные. Изд. 2-е. Ростов н/Д: Минприроды Ростовской области, 2014. 280 с.

7. Красная книга Республики Калмыкия. Т. 1. Животные. Элиста: ЗАОр «НПП «Джангар», 2013. 200 с.
8. Липкович А.Д. Многолетняя динамика численности некоторых редких гнездящихся птиц заповедника «Ростовский» и его охранной зоны // Состояние и изучение степных экосистем Евразии и их компонентов: Тр. Гос. природ. биосф. запов. «Ростовский». Ростов н/Д: ООО «Фонд науки и образования». 2020. Вып. 7. С. 130-138.
9. Миноранский В.А. О гнездовании кудрявого пеликана на озере Маныч-Гудило // Зоологический журнал. 1962. Т.41. Вып.7. С. 1107-1108.
10. Миноранский В.А. Маныч-Гудило // Природа. 1963. № 4. С.75-80.
11. Миноранский В.А. Розовый и кудрявый пеликаны на Северном Кавказе // Кавказский орнитологический вестник. 2001. Вып. 13. С. 92-107.
12. Миноранский В.А. Розовый Pelecanus onocrotalus и кудрявый P. crispus пеликаны на Северном Кавказе. 2-е изд. // Русский орнитологический журнал, 2020. Т.XXIX. Экспресс-выпуск № 1965. С. 3903- 3917.
13. Миноранский В.А., Габунщина Э,Б. Уникальные экосистемы: озеро Маныч-Гудило. Элиста: АПП "Джангар", 2001. 239 с.
14. Миноранский В.А., Чекин А. В. Государственный степной заповедник "Ростовский". Ростов н/Д: Изд-во ООО "ЦВВР", 2003. 129 с.
15. Миноранский В.А., Тихонов А.В., Малиновская Ю.В. Мониторинг гнездящихся околоводных птиц на острове Прибрежный заповедника «Ростовский» // Известия вузов. Сев.-Кавк. регион. Естеств. науки. 2015. № 4. С. 107-109.
16. Миноранский В.А., Узденов А.М., Подгорная Я.Ю. Птицы озера Маныч-Гудило и прилегающих степей. Ростов н/Д: ООО «ЦВВР», 2006. 332 с.
17. Миноранский В.А., Даньков В.И., Толчеева С.В., Тихонов А.В. Мониторинг размножающихся колониальных лимнофильных птиц в р-не заповедника «Ростовский» за период его существования // Биоразнообразие долины Зап. Маныча: Тр. Гос. природ. биосф. запов. «Ростовский». Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ. 2012. Вып. 5. С. 255-273.
18. Тихонов А.В., Миноранский В.А., Малиновская Ю.В., Килякова В.С. Динамика численности гнездящихся птиц на острове Прибрежный оз. Маныч-Гудило в заповеднике «Ростовский» // Биолог. разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рацион. использование: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. (Керчь, 19-23 сентября 2018 г.). Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. С. 132-136.

ПРИРОДООХРАННЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ И ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Миноранский В.А.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
mgingerm@yandex.ru

ENVIRONMENTAL PROBLEMS, LANDSCAPING AND PUBLIC HEALTH ISSUES

Minoranskiy V.A.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
mgingerm@yandex.ru

Аннотация. Ухудшение экологической ситуации негативно влияет на политические, социальные, экономические и другие направления жизни населения регионов, стран. В статье на примере Ростовской области рассматривается состояние почв, водоемов, воздуха, биоресурсов и других показателей окружающей среды, причины их ухудшения. Большое

внимание уделяется вопросам озеленения Ростова-на-Дону, Таганрога и всего Донского края. Показана тесная связь условий окружающей среды со здоровьем населения, включая пандемию COVID-19. Рассматриваются принимаемые природоохранные и иные меры по восстановлению, улучшению экологической ситуации, благосостояния и здоровья населения.

Ключевые слова: Экология, Ростовская область, биоразнообразие, COVID-19, здоровье населения, природоохранная деятельность.

Abstract. The deterioration of the environmental situation negatively affects the political, social, economic and other areas of life of the population of regions and countries. The article examines the state of soils, reservoirs, air, bioresources and other environmental indicators, the causes of their deterioration, using the example of the Rostov region. Much attention is paid to the landscaping of Rostov-on-Don, Taganrog and the entire Don Region. The close relationship of environmental conditions with public health, including the COVID-19 pandemic, is shown. The environmental and other measures taken to restore, improve the environmental situation, well-being and health of the population are considered.

Keywords: Ecology, Rostov region, biodiversity, COVID-19, public health, environmental protection.

Проблемы экологии являются важнейшими в развитии стран, регионов и жизни их населения. Говоря об экологии большинство людей называют себя специалистами, но в большинстве случаев даже не знакомы с основными её закономерностями, методами, целями. Термин ввел Э. Геккель в 1866 г., обозначив экологию как науку о взаимоотношениях живых организмов между собой и с окружающей средой. Её основу составляют живые организмы с их биоразнообразием (вирусы, бактерии и другие низшие организмы, растения, животные), выполняющим средообразующую, продукционную, информационную, духовно- эстетическую и иные функции, создающим устойчивость экосистем, среду своего существования и жизни людей. Где нет живых организмов, нет экологии, о чем забывают или не знают многие люди, решая её проблемы. Живые организмы лучшие и точные индикаторы состояния окружающей среды. Каждый вид (включая человека), как и природные экосистемы, в процессе эволюции выработали регуляторные механизмы, позволяющие им приспосабливаться к меняющимся в определенных пределах условиям среды. Эта пластичность, при её познании и использовании людьми, позволяет разумно регулировать природные ресурсы и улучшать свое благополучие. Проблемы экологии изучаются профессионалами-биологами, и эти знания дают возможность разрабатывать меры по управлению численностью и значением отдельных видов живых организмов, сохранять биоразнообразие в природных и антропогенных экосистемах. Охрана природы и разумное, устойчивое природопользование являются прикладной экологией, базирующейся на знаниях общей экологии.

Об ухудшении экологической ситуации, доведении её до критического состояния мы слышим постоянно. Игнорирование биологических основ существования экосистем приводит к негативным явлениям и, прежде всего, для самих людей, так как их жизнь зависит от окружающей среды и генетических особенностей. Состояние природных условий во многом определяет благополучие населения и его здоровье, а, в конечном итоге, влияет на показатели развития (или стагнации, деградации) регионов, стран. До 50-х годов XX в. у нас господствовали лозунги «о покорении природы». В 50-60-х годах XX в. выяснили, что благосостояние и здоровье людей, экономическое, политическое и иное развитие страны во многом определяются охраной и рациональным использованием

природных ресурсов. Было уделено большое внимание природоохранной деятельности, изучению и сохранению биоразнообразия, развитию генетики, бионики, биохимии, экологии человека, кибернетики и ряду других новых биологических направлений, решению медико-биологических проблем. Экология активно внедрялась в школьное и вузовское образование, научную и производственную деятельность, мышление населения. Человек полетел в космос, на юге страны, включая Ростовскую область (РО), активно развивались орошение, обводнение и озеленение, по производству прудовой рыбы мы заняла 2-е место в стране, регламентировали применение пестицидов, велось строительство очистных сооружений и т.д., т.п. Планы предусматривали устойчивое развитие РО и СССР.

Социально-экономическая перестройка общества, развитие бизнеса, стихийное использование природных ресурсов, реформы образования, науки и здравоохранения, иные изменения, начавшаяся в 90-е годы XX в., отразились на природе, её ресурсах, экологической ситуации. Перестроились нормативно-правовые, законодательные и иные основы жизни страны. Природоохранные законы обросли многочисленными нормативно-правовыми поправками, среди которых имеются противоречивые, ущербные для природы и её биоразнообразия, создающие возможности для их нарушения, вседозволенности и коррупции для некоторых чиновников и представителей бизнеса. Многие природоохранные и иные экологические структуры упразднили или они стали негосударственными, и основными регуляторами их деятельности стали деньги. Неблагополучно сложилась ситуация с профессиональными кадрами. Многие проблемы, связанные с биоразнообразием, природоохранной деятельностью стали решаться не специалистами, что вело к безответственности и неразберихе, открывало дорогу злоупотреблениям и коррупции, а порой и негативным последствиям (Залиханов, 2015).

Возрастают деградация и опустынивание земель. Для РО характерны процессы агроистощения (снижение гумуса, уменьшение подвижного фосфора), развитие эрозии, усиление рисков потенциального опустынивания (Безуглова и др., 2020). Используя индекс нейтрального баланса деградации земель (НБДЗ) для 18 засушливых регионов России за период 2000-2015 гг., Г.С. Куст и др. (2020) установили для РО наибольшие показатели ухудшения земли (66,7 %) и минимальный индекс НБДЗ (-57,3 %). Из-за неправильного использования инсектицидов, гербицидов, иных инородных для природы химических веществ мы сталкиваемся с загрязнением земли, водоемов и продуктов питания, гибелью пчел и иных животных, отравлением людей и т.д.

Критическая ситуация сложилась с водными ресурсами Дона и еще около 5 тыс. реками области (Природные условия, 2002). В прошлом вода в них собиралась со всего водосборного бассейна. При создании Цимлянского, Северного и иных вдхр. с нормативным сроком эксплуатации 50 лет имелись специальные госслужбы, постоянно следившие за их поддержанием и оптимальным использованием. После реформ 90-х годов береговая зона интенсивно застраивалась, древесная и другая растительность уничтожалась, что вело к эрозии берегов, заиливанию водоемов, затоплениям строений по берегам и в низинах, иным негативным явлениям. Нарушились постоянные меры по уходу за гидротехническими сооружениями (плотинами, ливневками, водопроводными сетями и т.д.). Химические удобрения и пестициды с полей, мусор и другие отходы, попав в водоемы, вызывают в них глубокие изменения. Вода в рр. Дон, Северский Донец и других, Таганрогском заливе, Цимлянском и иных вдхр., как отмечает ежегодник «Экологический вестник Дона», относится к категориям «грязная», «загрязненная», «очень загрязненная» и не соответствует рыбохозяйственным нормам по содержанию многих элементов. Многие водоемы частично или полностью пересохли, увеличили минерализацию, потеряли природное биоразнообразие, включая ресурсы рыбы и раков. В низовьях Дона в 2021 г.

специалисты, начиная от г. Аксая, изучили загрязнение реки и выяснили, что по ряду показателей вода намного превышает все допустимые нормы. «Водная стратегия России», принятая 12 лет назад, требовала к 2020 г. более чем в 2 раза снизить сбросы сточных вод с загрязняющими и вредными веществами в водоемы, провалилась. В 2020 г. от 30 до 40% населения РФ регулярно пользовалось водой, не соответствующей гигиеническим нормативам (*Вечерний Ростов, 20.04.2021*).

Загрязнение воздуха в Ростове и ряде других городов превышает по ряду показателей допустимые нормы, несмотря на их изменения. В 2020 г., по данным аналитиков, в РО в атмосферу было выброшено более 311 тыс. т ядовитых веществ (на 5,9% больше, чем в 2019 г.). В среднем на одного жителя их пришлось 74,1 кг (56% от промышленных предприятий, 44 – транспорта) (*Вечерний Ростов, 30.06.2021*). Токсические вещества в той или иной мере поражают легкие, сердце и иные системы. Китайские исследователи показали, что загрязнение атмосферы (диоксидом азота, диоксидом серы, др.) приводит к снижению умственные возможности людей. Они считают, что 91% населения планеты дышит воздухом, который не соответствует нормам, установленным Всемирной организацией здравоохранения.

Неблагополучной сложилась ситуация по озеленению РО. Климат степей отличается высокими температурами, жаркими ветрами и дефицитом воды в тёплый период, холодными ветрами в зимнее время. В июле-августе в Ростове н/Д температура в тени доходит до 35–40ºС, а на открытых территориях «каменных джунглей» города – до 45ºС и более. Древесная растительность является для людей лучшим укрытием от палящих солнечных лучей летом, гасителем сильных ветров, местом обитания многих видов живой природы и отдыха населения. Вместе с травой это основные очистители воздуха от вредных химических выбросов, пыли, запахов и шума, многих вредных организмов. Широкое озеленение Дона началось с XIX в., когда казаки высаживали зелёные массивы в различных р-нах (Антиповский и Александровский леса, др.), озеленяли станицы. Этим они смягчали суровые климатические условия, останавливали движущиеся пески, создавали благоприятные условия для ресурсных видов растений и животных, людей. Интенсивное озеленение проходило в 50–80-х годах XX в. После Великой Отечественной войны (ВОВ) Ростов вошел в десятку наиболее пострадавших городов страны. За короткий срок население его восстановило, стараясь при этом максимально бережно сохранить исторический облик. Появились большие древесные массивы (в Ростове, например, на левобережье Дона, Кумжинская роща, Щепкинский лес и др.), «зелёные пояса» около городов и густая сеть лесополос, а Ростов вошёл в десятку самых зелёных городов страны.

С 90-х гг. работы по сохранению и восстановление зелёных насаждений прекратили, началось активное использование и уничтожение «зелёных поясов» около городов и лесополос, обеднение зелёных массивов, сокращение древесно-кустарниковой и травянистой растительности в парках, на улицах. Остановить этот процесс не удалось. Постановление Администрации РО от 25.01.2008 № 18 «Об утверждении порядка охраны зелёных насаждений в населённых пунктах РО и методики исчисления размера вреда окружающей среде в результате повреждения и (или) уничтожения зелёных насаждений в населённых пунктах РО)» не дало результата. Руководитель Ростоблкомприроды Г. И Скрипка на «круглом столе» ЗС РО 28.06.12 г. сообщил, что в Новочеркасске зелёные насаждения занимают 40,4% от нормативной площади, Таганроге – 31,7, Ростове – 26,6% фактической площади. Аудитор контрольно-счётной палаты Ростова н/Д А. Корон отметил, что с 2014 по 2017 год в Ростове высадили 9681 дерево (часть из них засохла), а срубили 17780 (т. е. на 84% больше числа посаженных) (Курушина, 2020).

Важнейшую функцию в сохранении благоприятной экологической обстановки и здоровья людей выполняют парки, сады, иная растительность в населенных пунктах.

Учитывая это, врачи при различных болезнях, ослаблении организма пациентам всегда рекомендуют чаще отдыхать в парках и в местах с древесной растительностью, а во всех санаториях и здравницах обязательной процедурой являются регулярные продолжительные прогулки в парках. К сожалению, ситуация с зелеными древесными насаждениями на улицах, в парками в городах претерпела глубокие негативные изменения, что можно видеть на примере парка имени М. Горького в Ростове. С 1831 г. состоятельные ростовчане передавали свои сады и усадьбы городу для организации сада для всего населения, а руководство города вместе с жителями его сформировали. О нём писали, что «разведённый сад был раем» и таким оставался до 90-х годов XX века. Это был зелёный оазис для населения всех возрастов с обилием тени от древесной растительности, прохлады и влаги от растений и фонтанов. Парк утопал в пышной зелени местных видов деревьев и кустарников на земле, покрытой травой. Отдыхая в тени среди цветущих кустов сирени, пионов, роз и иных растений, жители слушали песни соловьёв и иных птиц, наблюдали за насекомыми, кормили белок, синиц. Каждый вечер на эстраде выступали самодеятельные коллективы, артисты филармонии, иллюзионисты. В 1950-е годы на концертной площадке выступал симфонический оркестр, которым дирижировал Леонид Кац. Недалеко находилось небольшое открытое кафе «Зелёная горка» с мороженым. Жители города охотно посещали обсерваторию (с 1948 г.), первый на юге страны панорамный кинотеатр «Россия» (с 1969 г.) с оркестром, руководимым Кимом Назаретовым. В северной части парка среди пышной растительности располагались маленькое кафе с прохладительными напитками и бассейн с «золотыми» рыбками, площадка с аттракционами, всегда на 100% используемыми отдыхающими. Сад выполнял важнейшие экологические функции – оздоровительную для населения. Так же велась организация других парков и всего города. В 90-е годы мы предлагали этот парк и некоторые другие объявить ООПТ. Были созданы ПП «Рощи «Дубки» в Таганроге и «Красная весна» в Новочеркасске, «Дендрологический парк» в Волгодонске и ряд других. Парк имени М. Горького в этот список не попал. Постановлением Администрации РО от 09.10.1998 г. № 411 его включили в группу объектов культурного наследия с иными подходами к содержанию и реконструкции.

Недостаток финансирования и «оптимизация» условий существования парков привели с 90-х годов к передаче части земель бизнесу. Чиновники, бизнесмены, «специалисты» забыли о роли древесных насаждений в жизни населения. В парке около 15 объектов частной собственности. Кинотеатр «Россия» снесли, многие годы на его территории безобразнейший пустырь и развалины, символизирующие наше отношение к памятникам культурного наследия и всего парка, к истории города и заслугам властей, меценатов и населения, их создававших. Место маленького кафе и прилегающую территорию занял огромный ресторан, который многие годы не работает, ночной темнотой удивляя и пугая отдыхающих. Рестораны, кафетерии, иные сооружения появились на месте «Зелёной горки», около восточного фонтана, в северной части парка и других местах. На ул. Б. Садовой, рядом с памятником В. И. Ленина, «красуется» мрачное тёмное здание. Эстрадная площадка значительно расширилась, но она почти всегда пустует. На участке для симфонической музыки музыкантов не встретишь. Вторую половину северной части заняли многочисленные аттракционы. Из-за высоких цен они редко используются населением, их запускают даже для 1–2 человек при вместимости 20 и более.

Проходя по парку, испытываешь душевную пустоту, видишь разруху, почти полностью уничтоженный кустарник и травостой, различные строения на месте вырубленных деревьев. Парк покинули даже вороны, скворцы, воробьи – наиболее адаптированные к людям птицы. С каждым годом увеличивается количество аттракционов, торговых ларьков и объектов питания, а число их пользователей уменьшается. По вечерам воздух парка заполняется запахами жареного мяса, раздражающими громкими звуками

ресторанной музыки, что отталкивает жителей среднего и старшего поколений, часть молодёжи от парка. Предприниматели, стремясь получить максимальный доход, повышают плату за услуги (на аттракционах, в ресторанах, ларьках) и они стали недоступными для населения. Большие площади занимают открытые с каменной выкладкой территории, не создающие для людей благоприятную среду в экстремальных условиях степной зоны. Парк окружён наиболее загруженными транспортом улицами, образующими много вредных выбросов и шума, а из-за недостатка зелёных насаждений он их не гасит. Основной ценностью парка ранее была древесно-кустарниковая и травянистая растительность. Сейчас его называют «парк без деревьев», «безлюдная территория аттракционов и ресторанов». Он потерял функции отдыха и оздоровления населения, утратил значение объекта культурного наследий.

Сразу после войны (с 1948 г.) жители г. Сальска в сложных аридных и послевоенных условиях создали центральный парк с аттракционами, дорожками, освещением и другими элементами. Он был любимым местом отдыха населения, победителем Всероссийского конкурса парков. Чиновники решили его к 2021 г. реконструировать. Заказали проект «варягам» из Краснодара, огородили парк забором, разрушили его и бросили (фирма обанкротилась). Уже 2 года он пугает черной пустотой развалин и вызывает возмущение населения, СМИ. Миллионы рублей были потрачены не на сохранение здоровья и отдыха жителей, а ухудшение.

Ситуации с уничтожением растительности и возведением коммерческих сооружений имела место в Первомайском (Волошинова, 2021), Покровском, Островском, Имени 8 Марта и иных парках, на набережной Дона, улицах г.Ростова. Чиновники часто изменяют правила землепользования и застройки, переводят парковые территории из зон рекреации в зоны жилой застройки. Древесная растительность вырубается, и на её месте появляются элитные многоэтажки, отели, стоянки автотранспорта, рестораны и иные сооружения. Об этом регулярно пишут специалисты, говорит население. Заголовки, как «Деревья в нашем городе губят все кому не лень!» (*Вечерний Ростов, 25.03.21 г. А. Елисеев.*), обычны в газетах и интернете. Свое мнение жители выражают в опросах, на стихийных собраниях, общественных слушаниях и т.д.

С 90-х годов остались брошенными лесополосы, многие другие древесные насаждения. Часть из них вырублена населением (в Орловском, Ремонтненском и иных р-нах), в других местах растения сгорели или из-за отсутствия ухода наблюдается их гибель или частичное отмирание. Зеленый пояс вокруг Ростова н/Д, практически уничтожен, а на его месте находятся различные жилые массивы, рестораны и иные строения. Уничтожение зеленого «щита», защищающего людей от вредных веществ и создающего благоприятную условия жизни, негативно для здоровья населения.

Изменения в экосистемах, ухудшение окружающей среды привело к ослаблению защитных механизмов организмов людей, их сопротивляемости паразитам, возрастанию генетических (дауна, спинально-мышечная атрофия, гемофилия и т.д.), сердечно-сосудистых, онкологических и иных болезней. Население познакомилось с КГЛ, СПИДом, АЧС, птичьим и свиным гриппом, сотнями иных болезней людей, домашних животных и культурных растений, неизвестных ещё в середине XX в. В последние годы планету охватила пандемия коронавируса, унесшая жизнь миллионов людей. COVID-19 нарушил социальную, политическую и другие стороны жизни населения. Мир оказался не готовым к этим «глобальным потрясениям». Потери мировой экономики из-за пандемии, по мнению А.Кудрина, доходят до 10 триллионов долларов. В её появлении виноваты сами люди и их отношение к экологическим проблемам, биоразнообразию, своему здоровью. Об этом говорят ведущие ученые и специалисты. Генсекретарь ООН Антониу Гутерриш 10-12.11. 2020 г. на Парижском форуме Мира сказал «Когда мы сталкиваемся с такими глобальными

вызовами, как например, пандемия, помните, что около ¾ новых инфекционных заболеваний связаны с последствиями деятельности человека. Эти новые болезни – результат нашего образа жизни. Разрушая экосистемы одну за другой, мы ослабляем биологические барьеры, сдерживающие эти вирусы, ослабляем наши собственные адаптивные способности. Утрата лесов, загрязнение океанов и исчезновение здоровых экосистем, которые являются наиболее эффективными природными средствами защиты, имеет очень глубокие последствия». О ведущей роли биоразнообразия в жизни населения он говорил неоднократно, в том числе и в международный день биоразнообразия - 20.05.2020 г., призывая к разумному взаимоотношению с природой. Войну с природой Человечество уже проигрывает. По прогнозу А. Гутерриш к 2030 г. разрушение естественных экосистем планеты может обернуться экономическими потерями 3 трлн. долларов ежегодно.

Столкнулась с пандемией и РО. Донская земля известна своими учеными биологами и медиками (Д.И. Ивановский, З.В. Ермольева и т.д.). Они внесли большой вклад в изучение и сохранение здоровья населения, подавление оспы, чумы, холеры, малярии и других опасных болезней в СССР, Монголии и иных странах. «Оптимизация» здравоохранения с 90-х годов XX в. привела к дефициту медицинских работников, больниц, лекарств, элементарных биологических знаний у части населения, многим другим трудностям. По заражению и смертности населения от COVID-19 РО периодически находится в лидерах (4–10 места в РФ). Из миллионов людей, умерших от коронавируса на Земле, более 10 тыс. приходится на РО. Положение осложняется и тем, что у переболевших и вылечившихся людей последствия заражения будут проявляться в течение всей жизни, т. к. этот вирус негативно влияет на все системы организма человека. Специалисты найдут способы лечения и предотвращения COVID-19, но будут иные паразиты, адаптирующиеся к плохим экологическим условиям и ослабленным людям.

Негативная экологическая ситуация оказала сильное влияние на основные регуляторные биологические показателями состояния любого вида живых организмов, включая человека (плодовитости, продолжительности жизни, выживаемости, смертности и т.д.) и является одним из важнейших факторов сдерживающих развитие страны. Президент В.В.Путин в своих выступлениях отмечает, что наиболее важными и трудными проблемами являются улучшение благосостояния и демографии населения страны. Численность населения страны в последние годы сокращается, не отличается хорошими показателями средняя продолжительность его жизни. По данным органов ЗАГС и Росстата, В 2021 г. количество умерших в РО в 2,16 раза превысило число родившихся. Это самый высокий разрыв данных показателей за последние 5 лет. Естественная убыль составила 42 280 человек, что в 3,4 раза больше, чем в 2017 г.

Сложившаяся ситуации обусловили появление Указа Президента и распоряжения Правительства РФ об объявлении 1917 г. – Годом экологии и особо охраняемых природных территорий. Реализуются нацпрограммы «Экология», «Здравоохранение», «Демография», «Жилье и городская среда». На их основе в РО различными структурами составлены экологические планы и программы по охране и разумному использованию природных ресурсов, формированию у населения экологических знаний, развитию системы ООПТ, сохранению биоразнообразия, увеличению рыбных и иных биоресурсов, утилизации бытовых и промышленных отходов, многим другим вопросам. Уточняются и пересматриваются законодательные основы, принятые реформаторами 90-х годов. Устраняются правовые коллизии. Уделяется внимание исправлению негативов «оптимизации» в образовании, науке, здравоохранении, культуре, производстве и других направлений развития. Власти и население в последние годы обсуждают вопросы создания

«зелёных поясов» около городов, сохранения лесополос, восстановления и оздоровления рек Дон, Темерник, Кумшак, др. Включаются в процессы и бизнес структуры.

Заметно благоустраивается город Ростов н/Д, другие населенные пункты. На реконструкцию парка им. М.Горького выделено 660 млн. руб. и население надеется на его возвращение ростовчанам. Уделяется внимание формированию у населения экологических знаний и мышления. Появилось большое количество экологических государственных и общественных структур. Хорошо известна активность жителей Таганрога, Ростова, иных городов, станиц, поселков в сохранение парков и исторических зданий, вытесняемых в старых частях городов многоэтажками, «карманами» для автомашин, ресторанными, верандами и елочками на пешеходных тротуарах и в парках вместо уничтоженных деревьев. Жители участвует в благоустройстве территорий, уборке мусора, в посадке деревьев и т.д. Население волнуют проблемы загрязнения водоемов, гибели в них рыбы, некачественной питьевой воды в домах, заросли амброзии и многие другие. Большинство людей понимает, что это определяет их здоровье и благополучие.

В решении накопившихся природоохранных и других экологических проблем нужны квалифицированные специалисты, профессионалы с широким биологическим образованием, учет их мнения чиновниками при реализации национальных программ, более активное участие бизнеса. В озеленении Донского края необходимо использовать исторический опыт, не забывать его климатические особенности. Следует отказаться от использования в парках, скверах, на улицах насаждений паркового типа с большой долей газонов, клумб и низких разреженных формовых деревьев, удобных для иных климатических условий. В засушливой зоне степей они слабо пригодны для улучшения экологических условий, дороги, несут риски эпизоотий и иных негативных последствий экспорта, не создают комфортные условия для отдыха и оздоровления населения. Ведущие ботаники и дендрологи, прежде всего, ЮФУ разработали рекомендации по озеленению городов: их схемы, состав растений, приёмы сохранения и восстановления. В список рекомендуемых деревьев, кустарников, полукустарников и лиан, включены растения с высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью и пылегазоустойчивостью, способностью расти на урбанизированных землях, устойчивые к вредителям и болезням, иными словами обладающие необходимыми для наших условий свойствами. Их использование повысит экологическую эффективность зелёных насаждений. К сожалению, бизнес и чиновники нередко игнорируют эти рекомендации профессионалов, а деньги используются для получения финансовых прибылей. Опыт свидетельствует о необходимости строгого контроля за рациональным использованием финансовых средств и их целевым расходованием при решении природоохранных вопросов. В декабре 2021 г. на совещании полномочного представителя ЮФО с руководителями регионов В. Устинов отмечал, что на нацпроекты было предусмотрено 125 млрд. руб., а освоено 63 млрд. (в РО всего 45%). В ходе их реализации было выявлено более 300 преступлений, и полпред потребовал от правоохранительных органов – более оперативно выявлять схемы хищения бюджетных средств.

Проблемы сохранения и рационального использования природных ресурсов и, прежде всего. биоразнообразия многочисленны, требуют постоянного внимания и больших усилий со стороны всего общества. Наш и иностранный опыт свидетельствует о широких возможностях в их успешном решении. В РО эта работа началась и есть надежда, что природные ресурсы будут разумно использоваться, восстановятся «чистые» вода, воздух и почвы, увеличатся биоресурсы, а благосостояние и здоровье населения значительно улучшатся.

Список литературы

1. Безуглова О.С., Назаренко О.Г., Ильинская И.Н. Динамика деградация земель в Ростовской области // Аридные экосистемы. 2020. Т.26. № 2. С. 10-15.
2. Волошинова Л.Ф. Первомайский парк в зеркале городского бытия // Донской временник. Краевед. альманах. Ростов н/Д. 2021. Вып.30. С.41-51.
3. Залиханов М.Ч. Проблемы обеспечения экологических аспектов устойчивого (жизнеспособного) развития и необходимость воссоздания в России природоохранного органа в системе федеральной исполнительной власти // У нас одна Земля. В гармонии с природой: Мат. междунар. эколог. форума (Кр. Поляна. 2-5.10.2015 г.). Ростов н/Д: Foundation, 2015. С. 71-77.
4. Курушина О. В Ростове могут изменить нормативы компенсационных посадок деревьев // Вечерний Ростов. 2020. 9 апр. С. 2.
5. Куст Г.С., Андреева О.В., Лобковский В.А. Нейтральный баланс деградации земель современный подход к исследованию засушливых регионов на национальном уровне // Аридные экосистемы. 2020. Т.26. № 2. С. 3-9.
6. Природные условия и естественные ресурсы Ростовской области. Ростов н/Д: ООО «Батайское книжное издательство», 2002. 432 с.

АДВЕНТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ФЛОР ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДОНБАССА

Муленкова Е.Г., Кривцун А.А.
Государственное учреждение «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР
anna.krivcun92@mail.ru

ADVENTIVE COMPONENT OF THE FLORA OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF DONBASS

Mulenkova E.G., Krivtsun A.A.
State institution “Donetsk botanical garden”, Donetsk, DPR
anna.krivcun92@mail.ru

Аннотация. Проанализирован флористический состав чужеродных видов 15 особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Донбасса различного ранга и степени изученности с использованием литературных данных, собственных наблюдений и гербарных материалов фонда DNZ. Общий список адвентов этих ООПТ включает 291 вид, относящийся к 193 родам, 60 семействам. В спектре жизненных форм преобладают травянистые монокарпики (64,9 %). По способу заноса – ксенофиты (70,1 %). Не прослеживается четкой зависимости между уровнем охраны природной территории и количеством занесенных на нее адвентивных видов. Современный заповедный режим в ООПТ Донбасса недостостаточно эффективен, наблюдается снижение их эталонного значения. Необходимо расширение этих территорий, усиление регулирующих функций по снижению внедрения чужеродных видов, разработка этих мероприятий должна проводиться по каждой ООПТ, а для этого необходим мониторинг состояния их флор.

Ключевые слова. Особо охраняемые природные территории, биоинвазии, адвентивная фракция флоры, Донбасс, DNZ.

Abstract. The floristic composition of alien species of 15 specially protected natural territories of various protection ranks and degrees of study in Donbass was analyzed using literary data, own observations and herbarium materials of the DNZ foundation. The general list of alien plants of these protected areas includes 291 species from 193 genera, 60 families. The spectrum

of life forms is dominated by herbaceous monocarpics (64,9 %). Xenophytes prevail by the method of permeation (70,1 %). There is no clear relationship between the level of protection of the natural territory and the number of alien species on it. The modern reserve mode in the protected areas of Donbass is not effective enough; there is a decrease in their reference value. It is necessary to expand these territories, strengthen regulatory functions to reduce the permeation of alien species. The development of these measures should be carried out for each protected area, and for this it is necessary to monitor the condition of their flora.

Keywords. Specially protected natural territories, bioinvasions, alien flora, Donbass, DNZ.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) Донбасса (рассматривается нами в пределах Донецкой и Луганской областей) условно можно считать участками с минимальной антропогенной нагрузкой. Они выбраны нами в качестве модельных природных экосистем для изучения распространения чужеродных видов в регионе. При исследовании современного состояния флор ООПТ фиксируются изменения в их таксономической и типологической структурах, в популяционной организации отдельных видов, в том числе адвентивных, представляющих угрозу для аборигенного фиторазнообразия.

Для территории Донбасса характерны существенные антропогенные преобразования фитосистем различных типов, высокая плотность населения и значительное развитие транспортных путей. Все эти факторы создают благоприятные условия для заноса и дальнейшего распространения чужеродных видов растений. Относительно защищенными от антропогенного воздействия остаются ООПТ. В данной работе рассматриваются территории с различным уровнем охраны – единственная на Донбассе биосферная особо охраняемая природная территория республиканского значения (БООПТРЗ), природные заповедники (ПЗ), национальные природные парки (НПП) и республиканские (ранее – региональные) ландшафтные парки (РЛП).

Целью нашего исследования является оценка таксономической и типологической структур адвентивной фракции флор особо охраняемых природных территорий Донбасса. В качестве объектов изучения выбраны флоры нескольких ООПТ с различным уровнем охраны.

Флора некоторых ООПТ Донбасса хорошо изучена. Составлены и опубликованы флористические списки для трех отделений Луганского ПЗ – «Станично-Луганское», «Провальская степь» и «Стрельцовская степь» (Сова и др., 2010), двух отделений БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» (Остапко, Приходько, 2019; Остапко и др., 2021; Глухов и др., 2010), РЛП «Краматорский» (Остапко и др., 2016). Результаты исследований флор двух республиканских ландшафтных парков отражены в отчетах о научно-исследовательской работе, проводившейся учеными отдела природной флоры и заповедного дела Донецкого ботанического сада на территориях РЛП «Донецкий кряж» (Биологическое исследование..., 2008; Проведение мониторинга..., 2009) и РЛП «Зуевский» (Выявление участков..., 2013). Для двух отделений Украинского степного заповедника – «Меловая флора» и «Каменные Могилы» – полные флористические списки опубликованы более 20 лет назад и в значительной мере устарели (Український природний…, 1998). Изучение растительного покрова многих ООПТ носит фрагментарный характер, флористические списки большинства еще не опубликованы, а имеющиеся данные не систематизированы в достаточной мере. Для этих территорий представлены результаты работы с гербарными материалами, хранящимися в DNZ, и наших исследований. Сведения такого характера приведены для отделений Луганского ПЗ – «Трехизбенская степь» и БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» – «Кальмиусское», а также НПП «Кременские леса», НПП «Святые Горы», РЛП «Клебан-Бык» (табл. 1).

Таблица 1. Флористическое богатство и уровень адвентизации флор некоторых ООПТ Донбасса

№ п/п	Объект ООПТ	Общее число видов	Число адвентивных видов	Уровень адвентизации
1	Хомутовская степь	732	136	18,6 %
2	Меловая флора*	1064	61	5,7 %
3	Каменные Могилы*	468	69	14,7 %
4	Кальмиусское**	нет данных	54	–
5	Стрельцовская степь	737	127	17,2 %
6	Станично-Луганское отделение	743	132	17,8 %
7	Провальская степь	781	105	13,4 %
8	Трехизбенская степь**	нет данных	30	–
9	Святые Горы**	нет данных	26	–
10	Меотида	643	158	24,6 %
11	Кременские леса**	нет данных	34	–
12	Донецкий кряж	719	133	18,5 %
13	Клебан-Бык**	нет данных	26	–
14	Зуевский	634	127	20,0 %
15	Краматорский	462	70	15,1 %

* – флористические списки устарели, ** – нет опубликованных флористических списков, приведены данные по гербарным материалам DNZ и личных наблюдений.

Общий список чужеродных видов сосудистых растений, выявленных на указанных выше ООПТ Донбасса, включает 291 вид, относящийся к 193 родам, 60 семействам, что составляет 58 % видов адвентивной фракции флоры региона (499 видов) (Биологические инвазии..., 2021). Только чужеродными видами представлены 17 семейств (28 % от общего количества). Для сравнения приводим спектры 10 ведущих семейств природной флоры Донбасса (Бурда, 1991) и адвентивной фракции флор ООПТ региона (табл. 2). Значительная часть спектров имеет существенные отличия и в составе ведущих семейств, и в их ранжировании.

В спектрах родов также есть значительные отличия. Наибольшее число адвентивных видов во флорах ООПТ относятся к роду *Chenopodium* L. (шесть видов), по пять видов в родах *Atriplex* L., *Lepidium* L., *Xanthium* L. и *Solanum* L., по четыре – *Papaver* L., *Amaranthus* L., *Vicia* L., *Veronica* L. В региональной флоре родовой спектр возглавляют *Carex* L. (42 вида), *Veronica* L. (31), *Rosa* L., *Galium* L. (по 29), *Centaurea* L. s.l. (27), *Astragalus* L., *Silene* L. (по 20).

В спектре жизненных форм среди адвентивных видов, выявленных на территориях изучаемых ООПТ Донбасса, преобладают травянистые монокарпики – 64,9 % , значительное количество травянистых поликарпиков – 17,5 %, деревьев – 11,4%, кустарников – 5,5 %, полукустарников – 0,7 %. В сравнении с природной флорой региона участие травянистых монокарпиков и деревьев среди чужеродных видов гораздо выше. Наиболее выраженное трансформирующее воздействие на природные экосистемы ООПТ оказывают дичающие древесные интродуценты, использовавшиеся при создании лесонасаждений.

По способу заноса в адвентивной фракции флор ООПТ преобладают ксенофиты – 70,1 %, на долю эргазиофитов приходится 29,9 %. Для природной флоры Донбасса в целом это соотношение иное: участие эргазиофитов значительно выше – 40,9 %.

Таблица 2. Спектры семейств природной флоры Донбасса и адвентивной фракции флор ООПТ

Название семейства	Флора региона		Название семейства	Адвентивная фракция флор ООПТ	
	% от общего числа видов	ранг семейства		% от общего числа видов	ранг семейства
Asteraceae	12,8	1	Asteraceae	14,8	1
Poaceae	8,1	2	Brassicaceae	11,0	2
Brassicaceae	6,2	3	Poaceae	8,6	3
Fabaceae	5,5	4	Chenopodiaceae	6,2	4
Caryophyllaceae	5,2	5	Fabaceae	5,5	5
Rosaceae	5,0	6-7	Rosaceae	4,5	6-7
Scrophulariaceae	5,0	6-7	Lamiaceae	4,5	6-7
Lamiaceae	4,7	8	Solanaceae	3,4	8
Apiaceae	3,7	9	Boraginaceae	3,1	9
Cyperaceae	3,5	10	Polygonaceae	2,4	10

Несмотря на флористическое богатство фракции адвентивных видов в регионе, во флорах ООПТ большинство их встречаются редко, значительно меньше адвентов со средней степенью постоянства и совсем мало массовых. Это подтверждается и результатами исследований других ученых, изучавших флоры территорий природно-заповедного фонда в регионах со сходными природными условиями (Бурда и др., 2014). Как установлено нами для изученных 15 ООПТ Донбасса, распространение 82 видов (28 % от общего количества адвентов) ограничено лишь одной из этих конкретных флор. Максимальное количество таких чужеродных видов зарегистрировано в отделении БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» – «Меотида», территория которого приходится на побережье и часть акватории Азовского моря. Это следующие виды: *Adonis aestivalis* L., *A. flammea* Jacq., *Papaver somniferum* L., *P. tumidulum* Klokov, *Amaranthus deflexus* L., *Camelina sativa* (L.) Crantz, *Lepidium sativum* L., *Urtica cannabina* L., *U. pilulifera* L., *Oenothera salicifolia* Desf. ex G. Don., *Galega officinalis* L., *Lotus frondosus* (Freyn) Kuprian., *Trigonella caerulea* (L.) Ser., *Zygophyllum fabago* L., *Peganum harmala* L., *Coriandrum sativum* L., *Artemisia canadensis* L., *Calendula officinalis* L., *Datura meteloides* DC., *Solanum zelenetzkii* Pojark., *Echium biebersteinii* Lacaita, *Salvia reflexa* Hornem., *Hordeum jubatum* L., *H. leporinum* Link, *Lolium perenne* L. Следует отметить, что некоторые из этих видов (*Trigonella caerulea, Peganum harmala* и др.) регистрировались на побережье Азовского моря однократно несколько десятилетий назад, поэтому к настоящему времени они могли исчезнуть с данной территории. Современный реальный уровень участия адвентивных видов во флоре «Меотиды» может быть иным. Для этой ООПТ характерен также наивысший уровень адвентизации (24,6 %), что объясняется высокой восприимчивостью к фитоинвазиям территорий приморской полосы с несомкнутым растительным покровом, лёгким заносом диаспор растений водой, значительной рекреационной нагрузкой.

Другое отделение БООПТРЗ, расположенное в Приазовье – заповедник «Хомутовская степь» – также отличается значительным участием чужеродных видов во флоре (136 видов, или 18,6 % от общего количества). Здесь отмечены семь редких адвентивных видов, не выявленных на остальных изучаемых ООПТ: *Clematis vitalba* L., *Morus nigra* L., *Prunus insiticia* L., *Xanthoxalis stricta* (L.) Small, *Silphium perfoliatum* L., *Solanum humile* Bernh. ex Willd., *Borago officinalis* L.

В настоящее время высокой рекреационной нагрузке подвергается РЛП «Зуевский», территория которого находится в наиболее густонаселенном районе Донбасса с развитой промышленностью и инфраструктурой. Это отразилось на уровне адвентизации его флоры, который составляет 20 %. Девять видов, выявленных на его территории, не отмечались на других рассматриваемых ООПТ: *Corylus colurna* L., *Kochia**Ошибка! Закладка не определена.** *scoparia* (L.) Schrad., *Populus simonii* Carr., *Petrosedum reflexum* (L.) Grulich, *Acer pseudoplatanus* L., *Centaurea cyanus* L., *Solidago serotinoides* A. Love & D. Love, *Triticum durum* Desf., *Veronica persica* Poir. При этом только последний из этих видов является ксенофитом, а остальные культивируются в качестве декоративных или пищевых растений и часто дичают из культуры.

В РЛП «Донецкий кряж» выявлено восемь чужеродных видов, не зарегистрированных в других изучаемых конкретных флорах: *Camelina alyssum* (Mill.) Thell., *Velarum officinale* (L.) Rchb., *Malva mauritiana* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Geranium bohemicum* L., *Picris rigida* Ledeb. ex Spreng., *Galeopsis ladanum* L., *Juncus tenuis* Willd. Общий уровень адвентизации в этом Парке также достаточно высок – 18,5 %.

Четыре таких чужеродных вида обнаружено в РЛП «Краматорский»: *Ambrosia psilostachya* DC., *Gaillardia pulchella* Foug., *Helianthus tuberosus* L., *Galium tricornutum* Dandy. Доля антропофитов во флоре этой ООПТ – 15,1%.

Отделения Луганского ПЗ, в которых проводились мониторинговые флористические исследования, характеризуются средним уровнем адвентизации и значительным количеством чужеродных видов с единственными местонахождениями только в них. Однако во флористические списки этих ООПТ были включены культурные виды, распространение которых ограничено старой усадьбой отделения «Стрельцовская степь»: *Salix babylonica* L., *Celtis australis* L., *Ribes nigrum* L., *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot, *Robinia viscosa* Vent., *Fraxinus americana* L., *Hyssopus officinalis* L., *Arrenatherum elatius* J. Presl & C.Presl, *Triticum aestivum* L. Сюда же включены виды, произрастающие в искусственных лесонасаждениях во всех отделениях заповедника (Сова, 2010). В отделении «Станично-Луганское» выявлено 17,8 % чужеродных видов. Только здесь отмечены *Atriplex aucheri* Moq., *Blitum rubrum* (L.) Rchb., *Chenopodium murale* (L.) S. Frentes, *Fagopyrum esculentum* Moench, *Sinapis dissecta* Lag., *Epilobium pseudorubescens* A.K. Skvortsov, *Torilis arvensis* (Huds.), *Petasites spurius* (Retz.) Rchb., *Elsholtzia ciliata* (Thunb.) Hyl., *Leonurus cardiaca* L., *Elodea canadensis* Michx. А в «Провальской степи» – *Phelipanche aegyptiaca* (Pers.) Pomel.

Флористические списки для двух отделений Украинского степного ПЗ опубликованы в 1998 г. На тот момент в заповеднике «Меловая флора» был 61 адвентивный вид (5,7 % от общего количества); только здесь отмечены *Fumaria officinalis* L. и *Cruciata glabra* Mill. В заповеднике «Каменные Могилы» – 69 видов (14,7 %) и единственное местонахождение *Eragrostis pilosa* (L.) P. Beauv. К настоящему времени данные о таксономическом и типологическом составах флор этих ООПТ, в частности адвентивных фракций, в значительной мере устарели, необходимы дальнейшие их исследования. Можно прогнозировать как общее увеличение их флористических списков, так и повышение доли участия в них чужеродных видов.

Для многих ООПТ Донбасса нет общедоступных современных данных о флористическом составе, однако несомненно значительное участие в их флоре заносных видов растений. По гербарным сборам DNZ и неопубликованным данным отдела природной флоры и заповедного дела Донецкого ботанического сада установлено произрастание 54 адвентивных видов в отделении БООПТРЗ «Хомутовская степь – Меотида» «Кальмиусское», 30 – в заповеднике «Трехизбенская степь», 26 – в НПП «Святые Горы» (только здесь отмечена *Cerasus avium* (L.) Moench), 34 – в НПП

«Кременские леса» (единственное на всех изучаемых ООПТ местонахождение *Rapistrum perenne* (L.) All.), 26 – в РЛП «Клебан-Бык». Реальные же цифры могут оказаться значительно более высокими.

Результаты наших исследований свидетельствуют о значительном распространении чужеродных видов не только на территории объектов, совмещающих природоохранную функцию с рекреационной и эколого-просветительской деятельностью (это касается НПП и РЛП), но и в заповедниках, включая абсолютно заповедные участки, где запрещена какая-либо хозяйственная деятельность.

Таким образом, высокая степень освоенности территории Донбасса способствует высокому уровню адвентизации флор особо охраняемых природных территорий, снижению их эталонного значения и эффективности современного заповедного режима. Однако уровень адвентизации флор ООПТ региона остается ниже, чем его флоры в целом. Большая представленность ксенофитов во флорах ООПТ по отношению к флоре Донбасса свидетельствует об относительной защищенности охраняемых территорий от проникновения дичающих из культуры интродуцентов, быстро осваивающих антропогенно трансформированные экотопы. Не прослеживается четкой зависимости между уровнем охраны природной территории и количеством занесенных на нее адвентивных видов. Необходимо расширение этих территорий, усиление регулирующих функций по снижению внедрения чужеродных видов. Разработка этих мероприятий должна проводиться по каждой ООПТ, а для этого необходим мониторинг состояния их флор.

Список литературы

1. Биологические инвазии как новый фактор в историческом изменении биоразнообразия степной зоны восточного Причерноморья: Отчет о НИР (заключительный) / Донецкий ботанический сад; рук. Мартынов В.В. Донецк, 2021. 290 с. N ГР 0117D000190.
2. Биологическое исследование и определение рекреационного потенциала новых участков регионального ландшафтного парка «Донецкий кряж»: Отчет о НИР / Донецкий ботанический сад; рук. Остапко В.М. Донецк, 2008. 138 с.
3. Бурда, Р.И. Антропогенная трансформация флоры: монография / отв. ред. Кондратюк Е.Н., АН УССР. Донецкий ботанический сад. К.: Наук. думка, 1991. 168 с.
4. Бурда Р.И., Голивец М.А., Петрович О.З. Чужеродные виды во флоре природно-заповедного фонда равнинной части Украины // Российский журнал биологических инвазий. 2014. №4. С. 10–29.
5. Выявление участков, перспективных для расширения территории регионального ландшафтного парка «Зуевский», их фитосозологическая оценка, мониторинг состояния популяций раритетных видов растений и растительных сообществ и формирование реинтродукционных локусов раритетных видов»: Отчет о выполнении услуги / Донецкий ботанический сад; рук. Приходько С.А. Донецк, 2013. 93 с.
6. Глухов А.З., Остапко В.М., Приходько С.А. Фиторазнообразие регионального ландшафтного парка «Меотида» // В сб.: Ландшафты, растительный покров и животный мир регионального ландшафтного парка «Меотида». Донецк: Ноулидж, 2010. С. 15–78.
7. Остапко В.М., Приходько С.А. Изменения в составе флоры особо охраняемой природной территории «Хомутовская степь» за последние тридцать лет // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2019. №3 (152). P. 128–152.

8. Остапко В.М., Приходько С.А., Кривцун А.А. Адвентивная фракция флоры заповедника «Хомутовская степь» // Промышленная ботаника. 2021. Т. 21. №3. С. 130–139.
9. Остапко В.М., Приходько С.А., Муленкова Е.Г., Зеленская В.А. Ресурсы флоры города Краматорска и его окрестностей. Краматорск: Друкарський дім, 2016. 138 с.
10. Проведение мониторинга, исследования растительного и животного мира на территории регионального ландшафтного парка «Донецкий кряж», и определение территорий, перспективных для заповедания: Отчет о НИР / Донецкий ботанический сад; рук. Остапко В.М. Донецк, 2009. 74 с.
11. Український природний степовий заповідник. Рослинний світ / В.С. Ткаченко, Я.П. Дідух, А.П. Генов та ін. К.: Фітосоціоцентр, 1998. 280 с.

«УРОЧИЩЕ СОСНОВКА» – УНИКАЛЬНЫЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ ДАГЕСТАНА

Муртазалиев Р.А.
Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН, г. Махачкала, Россия
Государственный природный заповедник «Дагестанский», г. Махачкала, Россия
murtazaliev.ra@yandex.ru

"UROCHISCHE SOSNOVKA" - A UNIQUE NATURAL MONUMENT OF DAGESTAN

Murtazaliev R.A.
Precaspian Institute of Biological Resources of the DFRC RAS, Makhachkala, Russia
State natural reserve "Dagestansky", Makhachkala, Russia
murtazaliev.ra@yandex.ru

Аннотация. В работе приводятся сведения об одном из уникальных памятников природы Дагестана – «Урочище Сосновка». Проведенная инвентаризация памятника природы выявила, что на его территории произрастает 129 видов высших растений, относящихся к 38 семействам. Наиболее крупными из них являются семейства Poaceae, Asteraceae и Fabaceae. Основными ценозообразующими видами являются *Juniperus oblonga* и *Cotinus coggygria*. Популяции этих видов стабильны и многочисленны. Среди охраняемых здесь выявлено 10 видов растений. Для всех них выявлена пространственное размещение, численность и дана оценка состояния популяции. Для улучшения состояния и сохранения экосистем этого уникального памятника природы предложен ряд первоочередных мер.

Ключевые слова. Памятник природы, редкие виды, Ногайская степь, флора, Дагестан.

Abstract. The paper provides information about one of the unique natural monuments of Dagestan - "Urochische Sosnovka". The inventory of the natural monument revealed that 129 species of higher plants belonging to 38 families grow on its territory. The largest of these are the families Poaceae, Asteraceae, and Fabaceae. The main cenose-forming species are *Juniperus oblonga* and *Cotinus coggygria*. Populations of these species are stable and numerous. There are 10 plant species among the protected ones. For all of them, the spatial distribution, abundance were identified, and an assessment of the state of the population was given. To improve the state and preserve the ecosystems of this unique natural monument, a number of priority measures have been proposed.

Keywords. Monument of nature, rare species, Nogai steppe, flora, Dagestan.

Большинство особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Дагестана в целом все еще остаются слабо изученными. В течение многих лет с момента учреждения они не посещались лицами, не проводилась инвентаризация видового состава, не давалась оценка состояния популяций редких и исчезающих видов и т.д. Поэтому совершенно очевидна необходимость проведения ревизии охраняемых территорий. Такие обследования также необходимы ввиду изменений природоохранного законодательства, корректировки административных, лесоустроительных или иных границ, устаревания материалов описаний. Существующая сеть охраняемых территорий была выделена в 70–80 годах и не отвечает современным требованиям. Материалы исследований необходимы для внесения особо охраняемых территорий в земельный кадастр, организации оптимального режима их охраны и хозяйственного использования, уточнения границ и площадей самих памятников природы и их охранных зон.

Одним из важных в этом отношении является созданный в 2004 году в Ногайском районе уникальный памятник природы Дагестана можжевеловая роща «урочища Сосновка» (Яровенко, Муртазалиев, 2009; Атаев и др., 2018; Джамирзоев, 2020). Следует особо отметить, что здесь ни разу не проводились исследовательские работы по выявлению видового состава, оценке состояния редких и исчезающих видов. В связи с этим нами была проведена работа по инвентаризации флоры и дана оценка состояния редких видов. Указаны факторы, отрицательно влияющие на состояние памятника природы (механические повреждения деревьев и кустарников, вредители и болезни, а также влияние человеческого фактора – рекреация, выпас скота и т.д.).

Памятник природы регионального значения урочище «Сосновка» создан Постановлением Правительства Республики Дагестан за №80 от 15 марта 2004 г. Расположен памятник природы в 35 км юго-западнее от селения Червленные Буруны Ногайского района. Вся территория представлена различными комплексами песчаной степи, образовании которых принимают участие также и разные виды деревьев и кустарников.

Общая площадь памятника природы составляет 975 гектаров. Все земли под памятник природы отведены без изъятия у землевладельцев и землепользователей. Собственником данных земель является АОЗТ племзавод «Червленные Буруны».

На территории памятника природы и в границах его охранной зоны запрещается всякая хозяйственная деятельность, влекущая за собой нарушения сохранности памятника природы.

Целью объявления данной территории памятником природы регионального значения является сохранение и расширение уникальных зарослей *Juniperus oblonga* и всего комплекса данной местности.

Для этого района характерны глинистые и суглинистые полынные и солончаковые пустынные ландшафты, которые формировались под влиянием древне-каспийских трансгрессий, сноса делювиально-пролювиальных отложений с гор и деятельности рек.

Основой фон почвенного покрова на территории памятника природы создают сыпучие и закрепленные в различной степени пески. Формирование их протекает под сильно разреженным покровом полынно-злаковой растительности в условиях недостаточного увлажнения атмосферными осадками, что обуславливает промачивание почвенного профиля на незначительную глубину (Добрынин, 1926; Зонн, 1940; Керимханов и др., 1975). Пески в условиях сухого климата подвергаются процессам развеивания и переотложения под влиянием ветра, в результате чего формируются эоловые формы рельефа. Основными из них являются песчаные массивы с бугристыми, градовыми и барханными формами рельефа.

Климат здесь сухой континентальный с прохладной зимой и жарким летом. Средняя годовая температура составляет + 11 ºС. Среднегодовое количество осадков около 290 мм. Распределение осадков по сезонам не равномерное: около 60% осадков выпадает в теплый период года, в основном июне–июле. Средняя температура летних месяцев 25–27 ºС. Высокие летние температуры воздуха при средней относительной влажности (80–88%) обуславливают интенсивную испаряемость, превышающую 500 мм, в то время как сумма летних осадков не превышает 100 мм. Продолжительность безморозного периода 230–250 дней. Снежный покров маломощный и неустойчивый, продолжительность залегания 20–50 дней. Мощность снежного покрова увеличивается в лиманах до 12 см, в глубоких ложбинках до 40–80 см. Общее количество снежных дней в году – 19 (Гюль и др., 1959; Акаев и др., 1996).

Несмотря на относительно однородный ландшафт, растительность на территории урочища Сосновка представлена различными сочетаниями основных доминантов песчаной и пустынной флоры. Основными средообразующими видами здесь являются *Juniperus oblonga* и *Cotinus coggygria*, образующие местами довольно густые заросли.

В прилегающей к песчаным буграм территории растительность представлена песчаными степями. Весенний период здесь травяной покров сомкнутый и в основном представлен эфемерными видами (*Bromus mollis, Anizantha tectorum, Alyssum desertorum, Poa bulbosa* и др.). Из разнотравья здесь представлены *Salvia nemorosa*, местами *Salvia aethiopis, Verbascum phoeniceum, Thymus marschallianus, Iris scariosa* и некоторые другие. В летний период, после ухода эфемеров, появляются многолетние злаки и разнотравье. Среди злаков наиболее часто здесь встречаются *Stipa capillata* и *Agropyron sibiricum*. Из разнотравья доминантом выступает *Artemisia lercheana*, который преобладает в составе растительности во второй половине лета и осенью. В этот период травостой более разреженный, чем весенний период, хотя высота его увеличивается до 20–30 см по сравнению с весенним периодом.

Ближе непосредственно к песчаным буграм преобладает холмистый, бугристый рельеф, в ложбинках которых уже попадаются единичные деревца и небольшие скопления можжевельника, скумпии и боярышника. Среди этих зарослей местами попадается *Rhamnus cathartica*, очень редко *Prunus spinosa*, а более открытых местах *Rhamnus pallassii* и *Astragalus brachylobus*. В более пониженных местах имеются небольшие скопления *Populus alba*, придавая своеобразный вид здешнему ландшафту. Под пологом тополей и по их опушкам развиты мезофильные виды разнотравья и злаков. Это *Erianthus ravennae, Medicago coerulea, Lycopsis orientalis, Asparagus officinalis* и орхидея – *Anacamptis morio*.

Пониженные места среди бугров заняты *Leymus ramosum*, занимая местами довольно большие участки. На склонах мелких бугров и на вершинах растительность разреженная. Здесь уже появляются другие виды, среди которых наиболее часто попадается *Centaurea arenaria, C. scabiosa, Jurinea ciscaucasica, Agropyron sibiricum, Astragalus onobrychis, Dianthus lanceolatus, Onobrychis novopokrovskii* и местами по вершинам бугров *Stipa capillata*.

С увеличением высоты бугров растительность меняется, и появляются другие виды и доминанты. На песках, где растительность представлена незначительным числом видов, часто встречаются типичные псаммофиты – *Astragalus longipetalus, Onosma tinctoria, Syrenia siliculosa, Silene parviflora, Euphorbia seguieriana* и другие. Здесь же местами довольно часто встречается кустарник *Astragalus brachylobus*, выступая на более крутых склонах верхней части бугров основным доминантом. Можжевельник выше по буграм уже не встречается, и здесь скумпия выступает единственным доминантом среди кустарников. Изредка встречается и *Calligonum aphyllum*.

Верхняя часть бугров местами лишена растительности, но здесь отмечаются некоторые виды, не встречающиеся в нижней части бугров и ложбинках между ними. Гигантскими размерами привлекают внимание здесь *Melilotus albus* (до 2 м и более), *Artemisia tschernieviana, Isatis sabulosa* (до 1,5 м) и некоторые другие виды. Очень редко на сыпучих песках у вершин бугров встречается редкий вид – *Astragalus karakugensis*.

Хозяйственная ценность этих растительных сообществ в качестве пастбищ различна и зависит от видового состава растений, степени проективного покрытия, морфологических и биологических особенностей растений. Указанные ассоциации относятся к низко-продуктивным пастбищам (Муртазалиев, 2002). Средняя их урожайность около 7 ц/га, из которых на поедаемую массу приходится 3–4 ц/га (Чиликина, Шифферс, 1962). В связи с ведением в последние годы режима охраняемой территории в настоящее время здесь выпас животных не практикуется.

Встречаются здесь и искусственные посадки: ива на буграх; вяз и аморфа кустарниковая на пониженных участках.

Всего на данной территории выявлено 129 видов высших растений, относящихся к 38 семействам. Два вида из них относятся к голосеменным растениям (можжевельник и эфедра). К классу однодольных относятся 28 видов из 6 семейств, что составляет 21,70% от общего числа видов. К двудольным относятся 99 видов (76,74%) из 30 семейств. По количеству видов наибольшим семейством является Poaceae, которому относится 23 вида. На втором месте семейство Asteraceae с 16 видами, далее Fabaceae с 11 видами. Семейство Caryophyllaceae содержат 9 видов, по 7 содержат семейства Lamiaceae и Brassicaceae. Всего к этим 6 семействам относится 73 вида, что составляет около 57%. Самым крупным родом здесь является *Astragalus*, к которому относится 5 видов. Остальные роды содержат по одному или два вида.

Из занесенных в Красную книгу России (2008) и Республики Дагестан (2020) видов растений, здесь отмечены 10 видов. В Красную книгу РФ занесены *Iris scariosa, CoIchicum laetum, Anacamptis morio, Astragalus karakugensis* и еще 6 видов занесены в Красную книгу РД: *Imperata cylindrica, Erianthus ravennae, Isatis sabulosa, Astragalus lehmannianus, Nitraria schoberi, Senecio schischkinianus*.

Данные виды распределены по территории по-разному и в разные сезоны года. Так, например, только весенний период встречается *Iris scariosa*, произрастающий на более ровных участках урочища. Популяция этого вида здесь относительно представительная, в среднем на 10 м^2 встречается от 3 до 6 куртинок. Общая площадь популяции около 1 га.

Другой вид, который также можно встретить только весенний период, это орхидея *Anacamptis morio*. Его нахождения здесь очень интересно, поскольку орхидные вообще не приводились Ногайской степи и не характерны для таких зон. Отмечен этот вид только на одном участке – на опушке небольшого участка с группой тополя белого. Численность его всего 11 экземпляров и занимает площадь около 50 м$^{2.}$

В начале лета местами по всей территории отмечаются *Imperata cylindrical* и *Erianthus ravennae*, которые иногда придает фон поздневесенней растительности в урочище «Сосновка».

В местах, где произрастает *Iris scariosa*, в осенний период (чаще всего в октябре) цветет *CoIchicum laetum*. Популяция многочисленная и занимает около 1,5 га территории урочища.

Остальные виды можно отметить почти в течение всего вегетационного периода. *Astragalus karakugensis* встречается на более повышенных буграх, где растительность разреженная. Выявлено две небольшие микропопуляции на территории памятника природы. В одном из них количество видов незначительно – всего 12 экземпляров. Вторая популяция относительно стабильная и многочисленная. Здесь отмечено 74 плодоносящих

особей. Остальные виды отмечались по единичным или по небольшим по численности группировкам.

Одним из ярких объектов охраны является заросли можжевельника продолговатого, который имеет здесь реликтовое происхождение. Территория этого памятника природы имеет хорошие защитные условия, что может привлекать в это урочище различные группы животных – камышовый кот, волк, кавказский олень, фазан, дрозды и др. Только отсутствие постоянных водопоев, в пределах зарослей можжевельника, сдерживает активное заселение животными этого урочища.

В целях сохранения уникальных экосистем урочища Сосновка необходимо принять ряд первоочередных мер:

регуляция выпаса в данном районе и контроль над отдыхающими здесь местными жителями, с установлением правил нахождения последних на данной территории. В местах частого пребывания населения установить емкости для мусора и периодически проводит мероприятия по очистке территории от бытового мусора;

для сохранения всего комплекса необходимо включить в ее состав примыкающие участки с зарослями можжевельника, не вошедшие в границы памятника природы. Для этого необходимо уточнить границы самого памятника природы и охранной зоны. Последняя должна быть за пределами границы памятника природы, а не внутри ее, как это существует на данный момент;

проводит мониторинговые исследования через определенный промежуток времени для оценки состояния и принятия мер, при необходимости с целью сохранения данного памятника природы.

Список литературы

1. Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиев Б.С. и др. Физическая география Дагестана. Учебное пособие // М.: Школа, 1996. 384 с.
2. Атаев З.В., Абдулаев К.А., Братков В.В., Букреев С.А., Гаджибеков М.И., Джамирзоев Г.С., Идрисов И.А., Ильина Е.В., Межитов А.З., Муртазалиев Р.А., Яровенко Ю.А. Можжевеловое урочище «Буруны» // Махачкала: «Эпоха», 2018. 178 с.
3. Гюль К.К., Власова С.В., Кисин И.М., Тертеров А.П. Физическая география Дагестанской АССР // Махачкала: Даг. книжн. изд., 1959. 250 с.
4. Джамирзоев Г.С., Букреев С.А., Атаев З.В., Абдулаев К.А., Аскендеров А.Д., Идрисов И.А., Ильина Е.В., Мазанаева Л.Ф., Мнацеканов Р.А., Муртазалиев Р.А., Пхитиков А.Б., Сергеева М.И., Трепет С.А., Яровенко Ю.А. Особо охраняемые природные территории Республики Дагестан. Справочное издание // Труды государственного природного заповедника «Дагестанский». Вып. 16. Махачкала, 2020. 368 с.
5. Добрынин Б.Ф. География Дагестанской ССР // Махачкала: Даггосизд., 1926. 130 с.
6. Зонн С.В. Почвы Дагестана // Сельское хозяйство Дагестана. Т.1. М.: АН СССР, 1940. С.94–102.
7. Керимханов С.У. Почвы Дагестана // Махачкала: Дагкнигиздат, 1976. 120 с.
8. Красная книга Республики Дагестан // Махачкала, 2020. 800 с.
9. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) // М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855.
10. Муртазалиев Р.А. Влияние выпаса на продуктивность и структуру растительного покрова пастбищных экосистем Дагестана // Дисс. … канд. биол. наук. Махачкала. 2002. 175 с.
11. Чиликина Л.Н., Шифферс Е.В. Карта растительности Дагестанской АССР // М.-Л.: Изд. АН СССР, 1962. 96 с.

12. Яровенко Ю.А., Муртазалиев Р.А. Уникальный мир флоры и фауны Дагестана // Махачкала: Издательский дом «Эпоха», 2009. 280 с.

БИОИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В РЕСУРСОВЕДЕНИИ ЛИШАЙНИКОВ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Назаров В.В., Гончаров М.А., Цокало И.Е., Семенова Е.Ф.
Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия
vvn22222@mail.ru

BIOINFORMATIONAL APPROACHES IN RESOURCE MANAGEMENT LICHEN OF THE CRIMEAN PENINSULA

Nazarov V.V., Goncharov M.A., Tsokalo I.E., Semenova E.F.
V.V. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
vvn22222@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается структура и принципы построения дихотомических и политомических определителей лишайников, региональных чек-листов, экология и распространение лишайников в Крыму в аналитическом аспекте. Цель исследования – проведение анализа ключевых признаков и создание политомического определителя семейств лишайников Крыма. В ходе работы использовали контент-анализ, ресурсоведческие, морфологические, камеральные, статистические и биоинформационные методы, в частности, разработки иерархических и реляционных баз данных, технологии создания интернет-приложений нового поколения для мобильных сетей (технология Flex и CSS3 HTML5). Впервые создан электронный чек-лист лишайников Крыма, который в настоящее время содержит около 700 видов лишайников, а также подвидов и форм, относящихся к 63 семействам, 27 порядкам, 9 подклассам, 8 классам.

Ключевые слова: биоинформатика, ресурсоведение, лишайники, Крымский полуостров, чек-лист, политомический определитель.

Abstract. The article discusses the structure and principles of constructing dichotomous and political determinants of lichens, regional checklists, ecology and distribution of lichens in Crimea in an analytical aspect. The purpose of the study is to analyze the key features and create a political determinant of lichen families in Crimea. In the course of the work, content analysis, resource science, morphological, cameral, statistical and bioinformation methods were used, in particular, the development of hierarchical and relational databases, technologies for creating new generation Internet applications for mobile networks (Flex technology and CSS3 HTML5). For the first time, an electronic checklist of Crimean lichens has been created, which currently contains about 700 species of lichens, as well as subspecies and forms belonging to 63 families, 27 orders, 9 subclasses, 8 classes.

Keywords: bioinformatics, resource science, lichens, Crimean peninsula, checklist, politomical identifier.

The conceptual basis of many recent studies is the idea of rational use of natural resources to ensure the sustainable functioning of ecosystems. One of the most important components of any region of the Earth is flora. Study of vegetation cover, its current state and tendencies of changes is the most urgent problem of the present period of botanical science development. Of considerable interest in this regard are lichens - a specific group of organisms of multi-purpose use, which in the flora of the Crimea is a fairly common component. The lichen flora of the Crimean peninsula currently numbers about 900 species (Khodosovtsev et al., 2013). In this

connection, it is especially important to know the structure and principles of dichotomous and polytomous lichen identifiers, regional checklists, ecology, and distribution of lichens in Crimea.

The purpose of this work is to analyze the key features and create a polytomous identifier of botanical lichen families of the Crimea. To achieve it, the following tasks were set:

1. Determine the species confinement of lichens of the Crimea to environmental conditions and create on this basis an annotated electronic database on the Internet.

2. Analyze the taxonomic diversity of lichens of the Crimea according to literature data and create an electronic checklist on the Internet.

3. Identify the most taxonomically important morphological, anatomical, and ecological species traits of lichens of the Crimean peninsula and compile a summary table of key traits.

4. Create an electronic polytomous key to identify lichens of the Crimean peninsula at the family level.

The material used for the study was herbarium samples of the Lower Plants Department of the V.L. Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, as well as samples collected on the territory of the Crimean Peninsula, mainly in its mountain and foothill parts.

Lichens are a labor-intensive subject for research. The morphology and anatomy of lichens depend not only on mycobiont and photobiont constituents, but also on environmental factors that can give polymorphism to the lichen thallus, making species identification difficult. Lichens also have microscopic sizes, making them difficult to collect (Muchnik et al., 2011). Therefore, lichenology has characteristic techniques for collecting and identifying lichens.

When studying lichenoflora, three parts of the research process can be distinguished: 1) study of the species composition of the lichenoflora of a given region of study; 2) study of the distribution of different ecological groups of lichens in their characteristic biotopes, study of the species distribution in these categories; 3) study of lichen associations or sinusiae - their environmental attribution, species composition, quantitative composition, projective coverage, mutual location, and more. All these methods make it possible to study the current state of lichen flora, assess its resistance to adverse influences, suggest the history of the region's lichen flora origin, single out species requiring special protected status, as well as predict the further development of lichen communities (Ibragimova, 2011).

Any study of lichens is in one way or another associated with the process of collecting lichens, processing the material, and storing it. When conducting field studies, three main resource science methods were tested (Plugatar, 2015).

The route method is the simplest and most common method of lichenofloristic and systematic studies. The researcher counts and collects lichens along the entire route. This method allows a relatively fast and uniform survey of large territories. The main disadvantages of this method: the collector when moving along the route may miss species that are confined to specific habitats or are little visible due to their size, also this method limits the subsequent statistical processing of the obtained data.

The method of sample sites allows us to obtain information about the lichen flora of the region. It involves field accounting and collection of lichens on sample sites, which are laid within the homogeneous areas of the phytocenosis, and the area must have a corresponding geobotanical description.

The detailed-route method involves laying sample plots during a route survey in the most typical and interesting phytocenoses, taking into account their landscape position (Andreev and Himelbrant, 2014).

During field work, material was selected according to such features as the degree of expression of generative and vegetative reproductive structures, the organs of attachment to the substrate, and the general condition of the thallus (absence of lesions, parasites, etc.). When collecting crustose and foliose lichens, samples were taken together with the substrate (parts of

rocks, tree bark, etc.) on which they grew. When collecting fruticose lichens of the genus *Cladonia*, attention was paid to the presence of the primary scale thallus before collection, and subdivisions were collected together with it (Yatsyna and Mierzvinsky, 2012). During the collection, attention was paid to the presence of apotheciae and peritheciae in lichens, which facilitates the accuracy of identification. Thus, when collecting samples, the specimens growing in a given biotope were carefully examined, and the specimens with the most pronounced qualitative features were selected. A magnifying glass was also used to detect small parts of the thallum, such as apothecia, soralia, soredia, isidia, and attachment organs.

If lichen specimens were collected in dry weather, they did not require additional processing, but they could easily chip or crumble and, consequently, could not be shaped. Samples collected in a humid environment or in wet weather required subsequent drying to avoid the development of mold fungi on the thallus of the specimen. The fruticose lichens were compressed in a humid condition for ease of transportation and storage.

The study of epiphytic lichens began with a description of their habitat, namely a description of the biotope in which they grow. For a correct and detailed description, we used the following criteria (Tsurikov and Korchikov, 2018):

1. In the beginning, we distinguished altitude groups of trees - I, II, III tier. If several canopies were distinguished in any height group, the tier was divided into several subgroups (I.1 and I.2). The subsequent description was made separately for each species. When describing a species-altitude group, the number of this group was given in a separate column.

2. Another important criterion was the diameter of the trunks (min-max) of the inspected trees or shrubs, expressed in centimeters.

3. An important criterion was also the height (min-max) of the inspected trees or bushes, which was expressed in meters.

4. We noted the lichen-infested parts of the inspected plants and specified their height from the ground.

The subsequent description of the epiphytic flora was based on the characterization of the association or sinusia separately for each tree species and altitude group where lichens occur. The following criteria were selected to describe lichen associations:

1. Plant community name and plant community number given when describing epiphytic lichen habitat.

2. Habitat types of the studied associations, i.e., indicated a woody or shrubby plant.

3. The species composition of the studied lichen association; each species found in the association was given an ordinal number.

4. The location of the association, in which part of the plant this lichen species is found.

5. Thallus size, the diameters of the minimum and maximum thallus of lichens of this species in millimeters were specified.

6. Abundance of trees with this type of lichen.

7. Abundance of trees with this type of lichen.

It is known that the polytomic identifier is based on the multi-step polytomic key principle, which allows the user at each step of the definition to select any attributes from the proposed list, with the preponderance of attributes represented by more than two alternative states (Artemov, 2010).

The following steps were distinguished in the compilation of these keys:

1. Description and coding: selection of features, bringing them into a comparable form and combining them into series (group features). A polytomous feature series is analogous to the thesis (antithesis) in the dichotomous one, but the polytomous organization of the identifier excludes the possibility of overlapping feature variants, since it is based on alternative, mutually exclusive variants. This provides greater reliability of the diagnosis.

2. Making graphical identification systems to simplify the approbation process and also to identify possible major shortcomings.

3. Composing definition matrices that contain all the characters of a taxon.

4. Development and testing of the logical structure of the qualifier, which allows to identify logical errors and inaccuracies in the work of the program. The logical structure also clearly shows the course of the definition of the plant.

5. The creation of the database, which can be considered as a new stage in the development of traditional libraries. The main problem in creating the database is the organization of heterogeneous information in a user-friendly form, which requires new research and development of user interfaces to correctly reflect the subject area (Novolodsky, 2019).

The algorithm of the polytomic determinant is as follows:

1. The user selects a qualitative or quantitative trait the state of which is more or less obvious in the sample being determined and which has a high diagnostic value and enters that state.

2. The program selects species in which the state of the selected trait corresponds to the entered one, and then generates a new shortened list of species that have this trait.

3. For the new list of species, new, in most cases shortened lists of qualitative traits are formed.

4. If identification is not complete, the next step of detection is performed.

During the creation of the check-list of lichens of the Crimea, the literature sources on the floristic composition of various regions of the Crimean peninsula were studied. The check-list includes the taxonomic position of the species represented; the species name in Latin and Russian; the name of the author who described and promulgated the name of the given taxon; the literary source that indicates that the species grows on the Crimean Peninsula. Some species in the checklist are accompanied by a photograph of the thallus; the number of such species will only increase in the future. The taxon classification and nomenclature of lichens in the check-list are given on the basis of data from www.mycobank.org, www.indexfungorum.org, www.plantarium.ru. At present, the check-list contains about 700 lichen species, as well as subspecies and forms belonging to 63 families, 27 orders, 9 subclasses, and 8 classes (Fig. 1).

All mentioned taxa are part of the subdivision *Pezizomycotina*, which in turn is part of the division *Ascomycota*. The share of species diversity of the largest families of the total number of species in the checklist: *Acarosporaceae* - 2.00%, *Arthoniaceae* - 1.43%, *Candelariaceae* - 2.57%, *Catillariaceae* - 2.00%, *Cladoniaceae* - 2.57%, *Collemataceae* - 3.00%, *Lecanoraceae* - 9.00%, *Lecideaceae* - 3.00%, *Megasporaceae* - 4.00%, *Parmeliaceae* - 11.00%, *Peltigeraceae* - 1.00%, *Pertusariaceae* - 2.29%, *Physciaceae* - 12.14%, *Psoraceae* - 1.00%, *Ramalinaceae* - 8.14%, *Stereocaulaceae* - 2.14%, *Teloschistaceae* - 13.43%, *Verrucariaceae* - 5.29%.

Figure 1. Screenshot of the interface of the web-application "Checklist of lichens of Crimea" (http://www.3-bio.ru/cgi-bin/3BIO/checklist/display_checklist.pl?db=Lichenes).

For the orders, this share was: *Arthoniales* - 2.43%, *Candelariales* - 2.71%, *Collemopsidiales* - 0.14%, *Coniocybales* - 0.29%, *Dothideales* - 0.14%, *Eremithallales* - 0.14%, *Lichenotheliales* - 0,14%, *Monoblastiales* - 0.29%, *Trypetheliales* - 0.29%, *Pyrenulales* - 0.14%, *Verrucariales* - 5.57%, *Mycocaliciales* - 0.43%, *Acarosporales* - 2.00%, *Caliciales* - 12.43%, *Gyalectales* - 0.71%, *Lecanorales* - 37.14%, *Lecideales* - 3.00%, *Leprocaulales* - 0.14%, *Peltigerales* - 5.00%, *Rhizocarpales* - 0.86%, *Teloschistales* - 13.43%, *Baeomycetales* - 0.71%, *Graphidales* - 0.86%, *Ostropales* - 0.43%, *Pertusariales* - 7.00%, *Umbilicariales* - 1.29%, *Lichinales* - 1.57%.

The largest class by number of species is *Lecanoromycetes* - 85.00%. The frequency of detected species of the other detected classes in descending order is as follows: *Eurotiomycetes* - 6.14%, *Candelariomycetes* - 2.71%, *Arthoniomycetes* - 2.43%, *Lichinomycetes* - 1.57%, *Dothideomycetes* - 1.00%, *Coniocybomycetes* - 0.29%, *Collemopsidiomycetes* - 0.14%.

Thus, for the first time, an electronic checklist of lichens of the Crimea was created. This checklist simplifies the study of lichen flora, gives an idea of the systematic characteristics of lichens growing in the Crimea. In the future, modification of the electronic check-list will allow to integrate new data on each species. These data will reflect aspects of the biology of a particular species of lichens or even entire communities. The electronic format of the checklist allows to enter new data, modify it, share it with the scientific community, compare different data, and find relationships between them. The checklist can also be a place to integrate different databases. Users will be able to enter their own research data, such as the place of growth with coordinates, confinement to the type of substrate, occupied ecological niche, characteristics of physical and geographical conditions. The electronic checklist of lichens of the Crimea will be the basis for further more complex and voluminous studies of lichen flora.

References

1. Artemov I. A. Multi-entrance polytomic computer key for identification of Siberian astragalus (*Astragalus* L., *Fabaceae*) // Siberian Environmental Journal. 2010. Vol. 6 P. 909-918.
2. Andreev M.P., Himelbrant D.E. Lichen Flora of Russia: Biology, Ecology, Diversity, Distribution, and Methods of Lichen Studies. M.; SPb.: KMK Scientific Publishers Association, 2014. 392 p.
3. Ibragimova E. E. Lichenoindication of the degree of aerotechnogenic pollution in urban ecosystems on the example of *Xanthoria parietina* (L.) Belt. Scientific notes of the V.I. Vernadsky Taurida National University. Series Biology, Chemistry. 2011. Vol. 24 (63). № 1. P. 34-39.
4. Muchnik E. E., Insarova I. D., Kazakova M. V. Educational identifier of lichens of Central Russia. Ryazan: S.A. Esenin Ryazan State University. 2011. 360 p.
5. Novolodskii I. V. On the creation of a polytomic computer key to identify plants of the family *Ranunculaceae* Juss. // XVIII International Scientific and Practical Conference "Problems of botany of South Siberia and Mongolia". Ulan-Ude, 2019. P. 150-153.
6. Plugatar Y. V. Forests of the Crimea: Monograph. Simferopol: IT "ARIAL", 2015. 385 p.
7. Tsurikov A.G., Korchikov E. S. Identifier of lichens of Samara region. Ч. 1. Leafy, fruticose and gelatinous species. Samara: Publishing house of Samara University, 2018. 128 p.
8. Yatsyna A. P., Merzhvinsky L.M. Practicum on lichens. Vitebsk: EEU "P.M. Masherov Higher State University", 2012. 224 p.
9. Khodosovtsev O., Dymytrova L., Nadyeina O., Naumovych A., Khodosovtseva Yu. & Scheidegger C. A contribution to beech forest-associated epiphytic lichen-forming and lichenicolous fungi in Crimean Mts (Ukraine) // Flora Mediterranea. 2013. № 23. P. 57-86.

ФИТОТРОФНАЯ ОБЛИГАТНО-ПАРАЗИТНАЯ МИКОБИОТА ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ «УЧАСТОК СТЕПИ У С. СОЛНЕЧНОЕ» (РЕСПУБЛИКА КРЫМ)

Просянникова И.Б.
ФГБОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского»,
г. Симферополь, Россия
aphanisomenon@mail.ru

PHYTOTROPHIC OBLIGATE-PARASITIC MYCOBIOTA OF THE STATE NATURE RESERVE OF REGIONAL SIGNIFICANCE "STEPPE AREA NEAR THE VILLAGE OF SOLNECHNOYE" (REPUBLIC OF CRIMEA)

Prosyannikova I.B.
aphanisomenon@mail.ru
Federal V.I. Vernadsky Crimean University, Simferopol, Russian Federation

Аннотация. В результате проведенных исследований на территории природного заказника регионального значения «Участок степи у с. Солнечное» Симферопольского района (Республика Крым, Россия) обнаружено 21 вид облигатно-паразитных грибов из 7 родов, 3 семейств, 2 порядков и 2 классов, принадлежащих 2 отделам настоящих грибов. Из представителей царства Грибы (Fungi) были зарегистрированы виды грибов из двух отделов: Basidiomycota и Ascomycota. Ржавчинные грибы из отдела Basidiomycota представлены 11 видами из трех родов: *Puccinia* – 7 видов, *Phragmidium* – 2 вида, *Uromyces* – 2 вида. По количеству видов класс Leotiomycetes порядка Erysiphales (отдел Ascomycota) занимает второе место. Семейство Мучнисторосяные (Erysiphaceae) грибы представлены

10 видами из 4 родов, а именно: *Erysiphe* – 5 видов, *Podosphaera* и *Golovinomyces* по 2 вида, соответственно, *Neoerysiphe* – 1 вид. Наибольшее количество видов паразитных грибов приходится на семейства высших растений Lamiaceae, Rosaceae, Asteraceae и Ranunculaceae что составляет 52,4 % от общего количества видов грибов-паразитов. Фитотрофные облигатно-паразитные микромицеты зарегистрированы на 19 видах высших растений из 17 родов, 14 семейств и 12 порядков отдела Покрытосеменные.

Ключевые слова: фитотрофная паразитная микобиота, аннотированный список, питающие растений, природный заказник регионального значения «Участок степи у с. Солнечное», Предгорный Крым.

Abstract. As a result of the conducted research, 21 species of obligate-parasitic fungi from 7 genera, 3 families, 2 orders and 2 classes belonging to 2 divisions of these fungi were found in the territory of the nature reserve of regional significance "Steppe plot near the village of Solnechnoye" in the Simferopol district (Republic of Crimea, Russia). Of the representatives of the Fungi kingdom, fungi species from two divisions have been recorded: Basidiomycota and Ascomycota. Rust fungi from the Basidiomycota department are represented by 11 species from three genera: *Puccinia* –7 species, *Phragmidium* – 2 species, *Uromyces* – 2 species. In terms of the number of species, the class Leotiomycetes of the order Erysiphales (division Ascomycota) ranks second. The family of powdery (Erysiphaceae) fungi is represented by 10 species from 4 genera, namely: *Erysiphe* – 5 species, *Podosphaera* and *Golovinomyces* by 2 species, respectively, *Neoerysiphe* – 1 species. The largest number of species of parasitic fungi falls on the families of higher plants Lamiaceae, Rosaceae, Asteraceae and Ranunculaceae, which is 52.4% of the total number of species of parasitic fungi. Phytotrophic obligate-parasitic micromycetes have been recorded on 19 species of higher plants from 17 genera, 14 families and 12 orders of the Angiosperm division.

Keywords: phytotrophic parasitic mycobiota, an annotated list, host plants, nature reserve of regional significance "Steppe area near the village of Solnechnoye", Piedmont Crimea.

Для обеспечения эффективного функционирования объектов ООПТ России, необходимо предварительно детально изучать все входящие в них структурные элементы. Детальное изучение видового состава растительных сообществ и входящей в него фитотрофной паразитной микобиоты, является одним из обязательных условий сохранения биологического разнообразия. В естественных растительных сообществах фитотрофные облигатно-паразитные микромицеты играют немаловажную роль, которая определяется их взаимосвязями с питающими растениями и регуляцией численности последних.

Рельеф, климат и разнообразие растений Предгорного Крыма, создает благоприятные условия для развития грибов многих таксономических групп, включая грибов-паразитов растений. Для предупреждения эпифитотийного распространения паразитных микромицетов необходимо своевременно проводить инвентаризацию их видового состава с целью выявления новых или малоизученных видов, представляющих потенциальную опасность для важнейших сельскохозяйственных культур Крыма.

К одному из объектов ООПТ Предгорного Крыма относится государственный природный заказник регионального значения Республики Крым «Участок степи у с. Солнечное» (площадь участка составляет 5 га). Он был создан 15.04.1986 года и расположен на территории Молодежненского сельского поселения Симферопольского района в 3,5 км к северо-востоку от пгт. Аграрное и в 3 км к юго-востоку от с. Солнечное (ООПТ России, 2022). Цель создания заказника – сохранение эталона природного степного ландшафта Предгорного Крыма. Заказник представляет собой ценный природный

комплекс в виде сохранившегося от распашки участка целинной разнотравно-ковыльной степи. В результате ранее проведенных флористических исследований на его территории было выявлено произрастание 144 видов сосудистых растений из 37 семейств, среди которых отмечено 18 редких и 13 эндемичных видов растений Крыма (Крайнюк, 2016). Изучение видового состава фитотрофной паразитной микобиоты в заказнике ранее не проводилось.

Целью нашего исследования явилось исследование видового состава фитотрофной микобиоты, трофически связанной с высшими растениями, произрастающими на территории государственного природного заказника регионального значения Республики Крым «Участок степи у с. Солнечное».

Сбор образцов облигатных паразитов высших растений в заказнике производился в течение осени 2019 года и вегетационного сезона 2020 года маршрутным методом. Зараженные растения или их части гербаризировали с составлением стандартных этикеток (Благовещенская, 2015). Видовую идентификацию грибов-паразитов проводили с использованием отечественных и зарубежных определителей и справочной литературы (Азбукина, 2015; Дудка и др., 2004; Каратыкин, Азбукина, 19894; Купревич 1975; Ульянищев, 1978; Braun, 2012; Termorshuizen, 2011). Таксономический статус видов грибов приведен согласно базе Fungal Databases, U.S. National Fungus Collections (https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/); видовые названия и таксономическое положение растений-хозяев представлены в соответствии с монографией А. В. Ены (Ена, 2012) и интерактивной международной сводкой «The Plant List» (http://www.theplantlist.org). Материал исследовали методом световой микроскопии с помощью микроскопов прямого CX31RTSF, Olympus (Филиппины) и стереоскопического SZN71, Soptop (Китай).

В результате проведенных исследований на территории заказника «Участок степи у с. Солнечное» были обнаружено 21 вид облигатно-паразитных грибов из 7 родов, 3 семейств, 2 порядков и 2 классов, принадлежащим 2 отделам царства Настоящие грибы (Fungi) (таблица 1).

Таблица 1. Таксономический состав фитотрофных облигатно-паразитных микромицетов государственного природного заказника регионального значения Республики Крым «Участок степи у с. Солнечное»

Отдел грибов	Количество				Доля от общего числа родов, %	Количество видов	Доля от общего числа видов, %
	классов	порядков	семейств	родов			
Ascomycota	1	1	1	4	57,1	10	47,6
Basidiomycota	1	1	2	3	42,9	11	52,4
Всего	2	2	3	7	100,0	21	100,0

Доминирующим по количеству видов является отдел Basidiomycota – 11 видов и 3 рода (52,4% и 42,9%, соответственно), второе место занимает отдел Ascomycota – 10 видов и 4 рода (47,6% и 57,1%) (таблица 1).

Видовой состав фитотрофных паразитных микромицетов, зафиксированных на территории заказника, размещен в списке с приведением соответствующего балла шкалы Гааса в скобках (Леонтьев, 2008) и указанием субстрата, на котором были обнаружены грибы-паразиты. Для представителей порядков Erysiphales и Pucciniales в скобках указана стадия развития, в которой гриб обнаружен, в частности, для мучнисторосяных – анаморфа или телеоморфа; для ржавчинных: 0 – спермогоний, I – эций, II – урединий, III – телий.

Отдел Ascomycota, класс Leotiomycetes, порядок Erysiphales, семейство Erysiphaceae

Golovinomyces biocellatus (Ehrenb.) Heluta (+)
на *Salvia pratensis* L., листья, (телеоморфа), 28.07.2020.
Golovinomyces cynoglossi (Wallr.) Heluta (+)
на *Cerinthe minor* L., телеоморфа, листья, 23.06.2020.
Erysiphe aquilegiae DC. (1)
на *Thalictrum minus* L., анаморфа, листья, 23.06.2020.
Erysiphe cichoracearum DC. (+)
на *Picris hieracioides* L., телеоморфа, листья, 28.09.2019.
Erysiphe knautiae Duby (+)
на *Cephalaria uralensis* (Murray) Schrad. ex Roem. & Schult., телеоморфа, листья, стебли, 28.09.2019.
Erysiphe macleayae R.Y. Zheng (+)
на *Chelidonium majus* L., анаморфа, листья, 14.10.2020.
Erysiphe thesii L. Junell (1)
на *Thesium ramosum* Hayne., анаморфа, листья, 14.10.2020.
Neoerysiphe galeopsidis (DC.) U. Braun (5)
на *Phlomis taurica* Hartwiss ex Bunge., телеоморфа, листья, стебли, 23.06.2020.
Podosphaera savulescui (Sandu) U. Braun & S. Takam.
на *Adonis vernalis* L., телеоморфа, листья, стебли, 05.04.2020.
Podosphaera pannosa (Wallr. : Fr.) de Bary
на *Rosa pygmaea* M. Bieb., телеоморфа, листья, 14.10.2020.

Отдел Basidiomycota, класс Pucciniomycetes, порядок Pucciniales, семейство Pucciniaceae

Puccinia cesatii J. (2)
на *Bothriochloa ischaemum* (L.) Keng. (II, III), листья, стебли, 28.09.2019.
Puccinia falcariae Fuckel (1)
на *Falcaria vulgaris* Bernh. (III), листья, 29.05.2020.
Puccinia nigrescens Peck (1)
на *Salvia verticillata* L. (III), листья, 14.10.2020.
Puccinia punctata Link (+)
на *Galium verum* L., (III), листья, стебли, 28.07.2020.
Puccinia podospermi DC. (+)
на *Scorzonera crispa* M. Bieb., (III), листья, 28.07.2020.
Puccinia stipina Tranzschel (1)
на *Salvia pratensis* L. (III), листья, 28.07.2020.
Puccinia vincae (DC.) Berk. in Smith (2)
на *Vinca herbacea* Waldst. & Kit. (II, III), листья, 29.05.2020, 23.06.2020, 28.07.2020.
Uromyces scillarum (Grev. ex Berk.) G. (+)
на *Leopoldia comosa* (L.) Parl., (III), листья, 05.04.2020, 29.05.2020.
Uromyces scutellatus (Schrank) Niessl (2)
Euphorbia stepposa Zoz ex Prokh., (III), листья, 29.05.2020.

семейство Phragmidiaceae

Phragmidium sanguisorbae (DC.) J. Schröt. (1)
на *Sanguisorba minor subsp. magnolii* (Spach) Briq. *(=Poterium polygamum* Waldst. & Kit.), (II, III), листья, 05.04.2020; *Potentilla recta* L. (II, III), листья, стебли, чашелистики, 23.06.2020.
Phragmidium mucronatum (Pers.) Schltdl. (1)
на *Rosa pygmaea* M. Bieb. (III), листья, 29.05.2020.

Согласно данным списка, приведеного выше, наиболее часто встречающимися видами паразитных микромицетов на территории заказника являются: *Neoerysiphe galeopsidis* (5 баллов), *Puccinia vinca* (2 балла) и др. К наименее обильным видам грибов-паразитов можно отнести: *Puccinia punctata* (+), *Golovinomyces cynoglossi* (+), *Podospaera savulescui* (+), *Erysiphe knautiae* (+) и ряд других.

Из представителей царства Грибы (Fungi) были зарегистрированы виды грибов из двух отделов: Ascomycota и Basidiomycota. Ржавчинные грибы из отдела Basidiomycota представлены 11 видами из трех родов: *Puccinia* – 7 видов, *Phragmidium* – 2 вида, *Uromyces* – 2 вида. Большую часть видов составляет род *Puccinia* (7 видов) из порядка Pucciniales, класса Pucciniomycetes.

По количеству видов класс Leotiomycetes порядка Erysiphales (отдел Ascomycota) занимает второе место. Семейство Мучнисторосяные (Эризифальные) грибы представлены 10 видами из 4 родов, а именно: *Erysiphe* – 5 видов, *Podosphaera и Golovinomyces* по 2 вида, соответственно, *Neoerysiphe* – 1 вид.

Обнаружены виды грибов-паразитов, которые в границах своего традиционного ареала были зафиксированы на территории других природных зон Крыма и в Предгорном Крыму ранее не встречались. На территории исследуемого объекта ООПТ были обнаружены 5 новых видов питающих растений, в частности они впервые отмечены на территории Предгорного Крыма (таблица 2).

Таблица 2. Видовой состав новых питающих растений, обнаруженных на территории государственного природного заказника регионального значения Республики Крым «Участок степи у с. Солнечное»

№ п/п	Вид питающего растения	Природная зона Крыма	Вид гриба
1	2	3	4
1.	***Phlomis taurica* Hartwiss ex Bunge.**	ПК (Предгорный Крым)	*Neoerysiphe galeopsidis* (DC.) U. Braun
2.	***Thalictrum minus* L.**	ПК	*Erysiphe aquilegiae* DC.
3.	***Erysiphe knautiae* Duby**	ПК	*Cephalaria uralensis* (Murray)
4.	***Thesium ramosum* Hayne.**	ПК	*Erysiphe thesii* L. Junell
5.	***Rosa pygmaea* M. Bieb.**	ПК	*Podosphaera pannosa* (Wallr. : Fr.) de Bary

Данные о связях паразитных грибов с семействами ассоциированных растений заказника представлены в таблице 3.

Из данных, представленных в таблице 3, видно, что самое значительное количество видов паразитных грибов приходится на следующие семейства высших растений: Lamiaceae (4), Rosaceae (3) и Ranunculaceae (2) и Asteraceae (2). Также эти семейства лидируют и по количеству видов растений-хозяев: Lamiaceae (3), Rosaceae (2) и Ranunculaceae (2), Asteraceae (2). На территории заказника фитотрофные облигатно-паразитные микромицеты зарегистрированы на 19 видах высших растений из 17 родов, 14 семейств и 12 порядков отдела Покрытосеменные.

Таблица 3. Распределение облигатно-паразитных грибов государственного природного заказника регионального значения Республики Крым «Участок степи у с. Солнечное» по семействам питающих растений

№ п/п	Семейство питающих растений	Количество	
		видов грибов	видов растений-хозяев
1.	Lamiaceae	4	3
2.	Rosaceae	3	2
3.	Ranunculaceae	2	2
4.	Asteraceae	2	2
5.	Poaceae	1	1
6.	Apiaceae	1	1
7.	Boraginaceae	1	1
8.	Caprifoliaceae	1	1
9.	Euphorbiaceae	1	1
10.	Santalaceae	1	1
11.	Papaveraceae	1	1
12.	Rubiaceae	1	1
13.	Apocynaceae	1	1
14.	Asparagaceae	1	1

Сведения о распределении видов облигатно-паразитных грибов по семействам растений-хозяев в процентном отношении отражены на рисунке 1. Наибольшее количество видов паразитных грибов приходится на семейства: Lamiaceae (19,1 %), Rosaceae (14,3 %), Asteraceae (9,5 %) и Ranunculaceae (9,5 %), что составляет 52,4 % от общего числа обнаруженных видов, а на остальные 9 семейств высших растений приходится 47,6%.

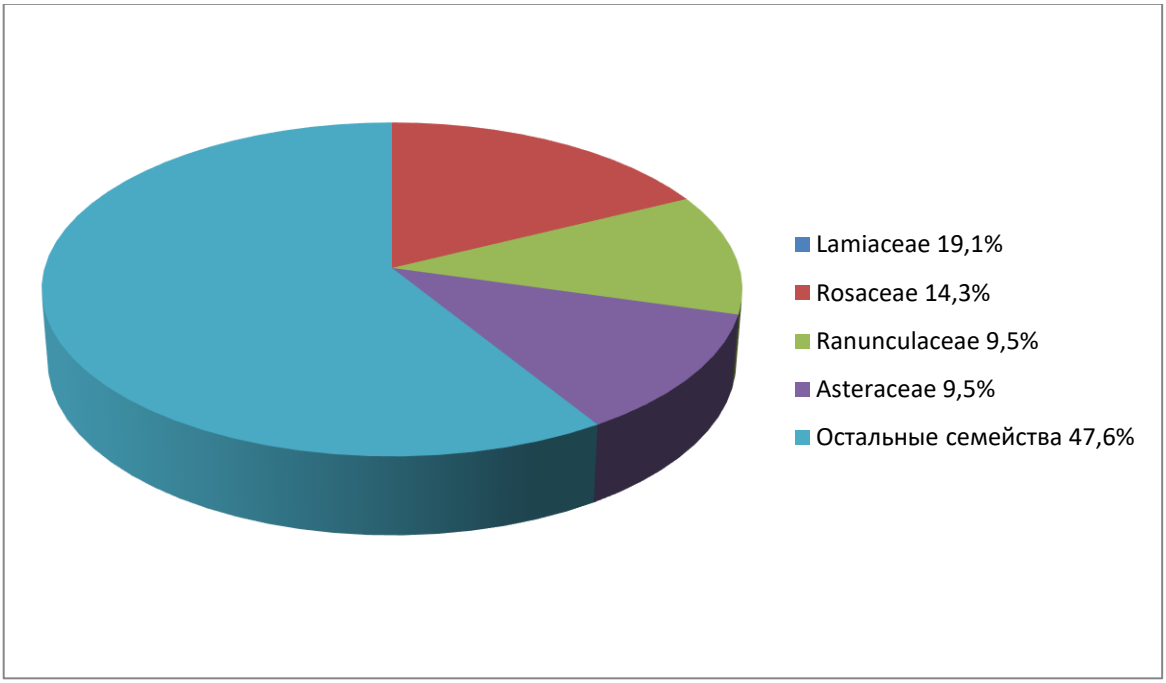


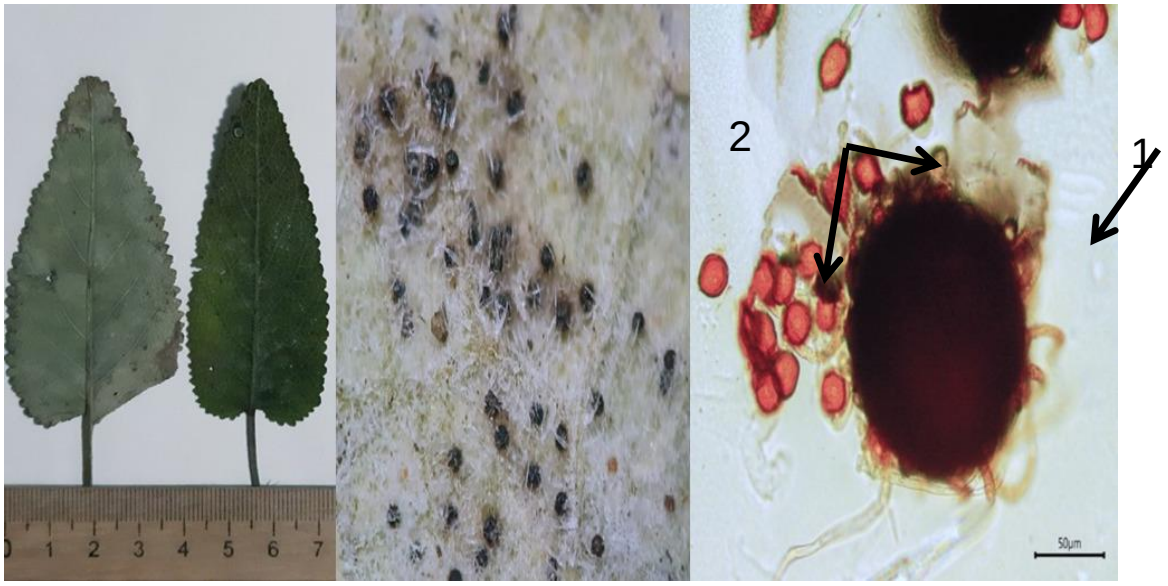
Рисунок 1. Соотношение основных семейств растений-хозяев государственного природного заказника регионального значения Республики Крым «Участок степи у с. Солнечное», %.

Большой научный интерес представляет факт обнаружения новых видов грибов или их питающих растений. Так, например, нами зарегистрирован новый вид гриба-паразита в условиях Предгорного Крыма - мучнисторосяной гриб *Erysiphe thesii* L. Junell. (рисунок 2). Ранее этот вид был отмечен только в зоне Крымской степи [Дудка и др., 2004]. Нами же он был обнаружен питающем растении *Thesium arvense* в Предгорном Крыму.

Было зафиксированно развитие спороношений двух видов грибов-паразитов: *Golovinomyces biocellatus* и *Puccinia stipina* на листьях одного питающего растения – *Salvia pratensis*; данные виды грибов осваивают одну и ту же нишу – листья *S. pratensis* в качестве питающего субстрата (рисунок 3).

А Б

Рисунок 2. Мучнисторосяной гриб *Erysiphe thesii* на листьях *Thesium ramosum* Hayne*:* А – пораженные вегетативные органы питающего растения; Б – конидии гриба (анаморфа).



А Б В

Рисунок 3. *Golovinomyces biocellatus* и *Puccinia stipina*,развивающиеся на одном питающем растении *Salvia pratensis*: А – общий вид пораженных листьев; Б – хазмотеции *Golovinomyces biocellatus* на нижней стороне листа (увел. 4,5х); В – хазмотеций мучнисторосяного гриба *Golovinomyces biocellatus* (1) и урединиоспоры ржавчинного гриба *Puccinia stipina* (2).

Таким образом, наибольшее количество видов паразитных грибов приходится на семейства Lamiaceae, Rosaceae, Asteraceae и Ranunculaceae, что составляет 52,4 % от общего количества видов грибов-паразитов. Фитотрофные облигатно-паразитные микромицеты зарегистрированы на территории заказника на 19 видах высших растений из 17 родов, 14 семейств и 12 порядков отдела Покрытосеменные. Проведенные микологические исследования по выявлению видового состава фитотрофной паразитной микобиоты заказника «Участок степи у с. Солнечное» имеют значение с точки зрения познания биоразнообразия охраняемых участков степи и процессов миграции грибов в пределах природных зон Крымского полуострова.

Список литературы

10. Азбукина З.М. Порядок Ржавчинные. 1. Семейства Пукциниастровые, Кронарциевые, Мелампсоровые, Факоспоровые, Чакониевые, Микронегериевые (Определитель грибов России). Владивосток: Дальнаука, 2015. 281 с.
11. Благовещенская Е.Ю. Фитопатогенные микромицеты: учебный определитель. М.: ЛЕНАНД, 2015. 240 с.
12. Дудка І.О., Гелюта В.П., Тихоненко Ю.А., Андріанова Т.В., Гайова В.П., Придюк М.П., Джаган В.В., Ісіков В.П. Гриби природных зон Криму. Киев: Фітосоціоцентр, 2004. 452 с.
13. Ена А.В. Природная флора Крымского полуострова. Симферополь: Н. Оріанда, 2012. 232 с.
14. Каратыгин И.В. Определитель грибов СССР. Порядок Головневые. Семейство Устилаговые. Ленинград: Наука, 1989. Вып. 1. 220 с.
15. Крайнюк Е.С. Государственный природный заказник «Участок степи у с. Солнечное» в Крыму // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян», 2016. Вып. 7. С. 177-189.
16. Купревич В.Ф, Ульянищев В.И. Определитель ржавчинных грибов СССР. Минск: Наука и техника, 1975. Ч. 1. 485 с.
17. Леонтьев Д.В. Флористический анализ в микологии. Учебник для студентов высших учебных заведений. Харьков: ПП «Ранок-НТ», 2008. 110 с.
18. ООПТ России [электронный ресурс]. Режим доступа http://oopt.aari.ru/oopt/Участок-степи-возле-села-Солнечное-0 (дата обращения: 12.01.2022).
19. Ульянищев В.И. Определитель ржавчинных грибов СССР. Ленинград: Наука, 1978. Ч. 2. 384 с.
20. Braun U., Cook R. T. A. Taxonomic Manual of the Erysiphales (Powdery Mildews) // CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, The Netherlands, 2012. Vol. 11. 707 p.
21. Termorshuizen A.J., Swertz. C.A. Roesten van Nederland / Dutch Rust Fungi, 2011. 423 p.
22. Fungal Databases. [электронный ресурс]. Режим доступа: https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/ (дата обращения: 16.01.2022).
23. The Plant list [электронный ресурс]. 2013. Режим доступа: http://www.theplantlist.org / (дата обращения: 18.01.2022).

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ТЕНОБРИОНИДОФАУНЫ (INSECTA: TENEBRIONIDAE) СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА: ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ

Пышкин В.Б.[1,2], Кобечинская В.Г.[2], Прыгунова И.Л.[1]
[1] Филиал Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова в г. Севастополе, Россия, vpbiscrim@mail.ru
[2] Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь, Россия

BIOLOGICAL DIVERSITY OF THE TENOBRIONIDFAAUNA (INSECTA: TENEBRIONIDAE) IN STEPPE ECOSYSTEMS OF THE CRIMEAN PENINSULA: PROBLEMS OF STUDY AND CONSERVATION

Pyshkin V.B.[1,2], Kobechinskaya V.G.[2], Prygunova I.L.[1]
[1] Branch of Moscow State University named after M.V. Lomonosov in Sevastopol, Russia, vpbiscrim@mail.ru
[2] Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, Simferopol, Russia grom@crimea.edu

Аннотация. Созданная в рамках программы *CrimInsecta* база данных по таксономии, экологии, биологии и хорологии тенебрионид (*Tenibrionidae*) Крыма позволила выделить энтомологические комплексы степных экосистем полуострова, изучить структуру и особенности формирования этих комплексов. Оценить их видовое и таксономическое богатство, иерархическое разнообразие и сложность.

Ключевые слова: Крым, экосистема, насекомые, иерархическое разнообразие, сложность.

Abstract. The database on taxonomy, ecology, biology, and chorology of Crimean tenebrionids (Tenibrionidae) created within the framework of the *CrimInsecta* program made it possible to identify entomological complexes of the steppe ecosystems of the peninsula, to study the structure and features of the formation of these complexes. Assess their species and taxonomic richness, hierarchical diversity and complexity.

Keywords: Crimea, ecosystem, insects, hierarchical diversity, complexity.

Tenebrionidae – небольшое семейство насекомых отряда *Coleoptera*. Первоначально исходно лесные насекомые, возникшие очевидно в палеогене, они сумели использовать многие из предоставляемых экосистемой лицензий, связанных с фитоценозом. Большинство видов этого семейства относится к дендробионтам, ксиломицетобионтам и типичным мицетобионтам. Многие к герпедобионтам и геобионтам. Среди них есть фитофаги, зоофаги и сапрофаги. В биогеоценотических консорциях они входят в состав первого, второго и третьего концентра. Такая таксономическая и экологическая дифференциация семейства создает большое разнообразие тенебрионидокомплексов зооценозов экосистем полуострова во всех его природных зонах.

Изучение биологического разнообразия *Tenibrionidae* степных экосистем Крыма проводилось по программе *CrimInsecta* – информационная система, предназначенная для сбора, хранения и объединения авторских разработок по видовому составу, экологии, хорологии и биоразнообразию насекомых Крыма (Пышкин,2004). Организационной основой базы данных «*Tenibrionidae»* являются материалы фондовой коллекций Крымского федерального университета, Института Зоологии АН России, Зоологического музея МГУ, многих частных коллекций, а также литературные источники (Пышкин,2007). В комплексной оценке разнообразия комплексов *Tenibrionidae* в экосистемах полуострова применялись алгоритмы, рекомендованные Е.Г. Емельяновым (Емельяновым,1999).

В созданную базу данных «*Tenibrionidae»* программы *CrimInsecta* вошли 82 вида, принадлежащих к 3 подсемействам и 27 трибам, которые объединяют 47 родов. Семейства *Tenebrionidae Solier,1834* в Крыму представлено тремя подсемействами, два из которых имеют небольшое таксономическое и видовое богатство, большинство видов которых на полуострове встречаются редко или очень редко. Подсемейство *Tentyriinae Solier,1834* в Крыму представлено одной трибой *Tentyriini Solier,1834,* объединяющей 80 родов чернотелок, распространенных в Евразии и Африке. В Крыму из этих родов отмечены только два: *Anatolica Escholtz,1831* с одним восточноевропейским очень редким на полуострове видом *A.eremita Steven,1929* и *Tentyria Latreille,1804* тоже с очень редким евроазиатским видом *T. nomas nomas Pallas,1871* и широко распространенным во всех природных зонах полуострова его восточноевропейским подвидом *T. nomas taurica Tauscher,1812*. Подсемейство *Asidinae Solier,1836* на полуострове представлено четырьмя трибами: *Stenosini Lacordaire,1859* с двумя средиземноморскими видами, широко распространенным на полуострове политопным видом *Stenosis punctiventris Eschscholtz,1831* и очень редким *Dichillus (Dichillus)formicophilus Breit,1914*. Трибы *Asidini Solier,1836* и *Akidini Solier,1836* каждая с одним очень редким для Крыма средиземноморским видом – *Asida (Asida) lutosa Solier,1836* и *Cyphogenia (Lechriomus) lucifuga Adams,1817*. И триба *Pimeliini Solier,1836* с широко распространенным средиземноморским степным видом *Pimelia (Camphonota) subgloboso Pallas,1781*.

Ядром таксономического и видового богатства в Крыму является третье подсемейство – *Tenebrioninae Redtenbacher,1845*, которое объединяет 20 триб, 40 родов, 76 видов, т.е. почти 92% тенебрионидофауны полуострова. Наибольшего видового разнообразия достигает род *Blaps Fabricius,1775* трибы *Blaptini Latreille,1817*. Он представлен шестью видами в основном с средиземноморским и евро-казахстанским типом ареала. Одни из них на полуострове встречаются очень редко (*B. gigas Linnaeus,1767; B. mortisaga Linnaeus,1758*) и редко (*B. lethifera Marsham,1802*), другие являются обычным (для северо-запада степного Крыма – *B. tibialis Reiche,1857*) или массовыми (встречающейся во всех природных зонах полуострова – *B.Halophila Fischer-Waldheim,1822*).

По четыре вида объединяют роды: *Pedinus Seidlitz,1893* (трибы *Pedinini Solier,1834*), *Platydema Laporte.,1831* (триба *Diaperini Redtenacher,1845*), *Corticeus Filler,1783* (триба *Hypophloeini Mulsant,1854*), *Centorus Mulsant,1854* (триба *Belopini Reitter,1917*). Род *Gonocephalum Sol.,1834* (триба *Opatrini Lap.de Castelnau,1840*) объединяет три вида. Остальные 34 родов подсемейства на полуострове включают 1-2 вида.

Количество видов (видовое богатство) и количество таксонов (таксономическое богатство) тенебрионидофауны в экосистемах Степного Крыма и лесостепных экосистем, формирующих экотон между Степной и Горной частями полуострова, варьирует в небольших пределах (табл.1).

Лесостепные экосистемы занимают Вторую (Внутреннюю), Третью (Внешнюю) гряды Предгорья и межгрядовое понижение между ними. На водораздельных плато формируются в основном элювиальные ксероолиготрофные кустарниково-степные и степные ковыльно-типчаково-разнотравные экосистемы, а по днищам многочисленных балок и оврагов элювиально-аккумулятивные мезоксероортрофные дубово-кизиловые и можжевело-грабинниковые экосистемы.

Таблица 1. Видовое и таксономическое богатство тенебтионидофауны в экосистемах Степного Крыма

Физико-географические области Крымской степной провинции	**Число видов**	**Количество таксонов** **ношение видов к высшим таксонам**			**Сумма таксонов**
		родов	**триб**	**семейств**	
Крымская степная провинция	41	25/1,6	19/2,2	3/13,6	99
Тарханкутская возвышенная равнина	20	17/1,2	14/1,4	3/6,7	59
Северо-Крымская низменность	24	16/1,5	12/2,0	3/8,0	63
Керченская холмисто-грядовая степь	19	16/1,2	14/1,4	3/6,3	62
Центрально-Крымская равнинная степь	26	23/1,1	19/1,4	3/8,7	81
Предгорная лесостепь	44	29/1,5	18/2,4	3/14,7	107
Крымский полуостров	82	47/1,7	27/3,0	3/27,3	180

Тенебрионидокомплексы этих экосистем характеризуются высоким видовым и таксономическим богатством. В этих комплексах доминируют виды с широкой экологической валентностью. Они встречаются как в степных, так и в лесных экосистемах. Это восточно-европейские степные виды: *Tentyria nomas taurica Tauscher, 1812* и *Heloponotus (H) perplexus (Menetr, 1848),* европейско-казахстанский герпедобионт *Blaps halophila(Fisch.-Wald., 1822)* и европейско-сибирский дендробионт *Opatrum (O) sabulosum (Linna., 1761),* синантропные *Tenebrio obscurus Fabricius, 1792* и средиземноморский *Laena pulchella Fisch.-Wald., 1824.* А так же виды, характерные для степных экосистем, но проникающих в лесостепные: восточноевропейские степные *Pimelia (C) subglobosa Pallas, 1781, Prosodes obtusa (Fabricius, 1798), Phtora reitteri (Seidlitz, 1894), Pandarinus (P) punctatus Serville, 1825.* Виды, характерные для горнолесных экосистем, но проникающие в лесостепные: палеарктические мицетобионты *Bolitophagus reticulatus Linnaeus, 1767* и *Diaperis boleti (Linnaeus, 1758),* европейский дендробионт *Menephllus cylindricus (Herbst, 1784*), юго-восточноевропейский лесной Cryphaeus *cornutus (Fischer-Wal, 1823),* эндемичный *Pedinus (P) tauricus Mul et Rey, 1853.* Есть виды, характерные только для экосистем экотона: юго-восточноевропейский степной *Gnaptor spinimanus (Pallas, 1781),* средиземноморский псаммобионт *Gonocephalum pygmaeum (Steven, 1829),* европейский дендробионт *Scaphldema metallicum (Fabricius, 1792),* космополиты дендробионты и синантропы *Alphitophagus bifasciatus Say, 1823* и *Eusemostene (E) confusum Ja. du Va, 1868.*

В целом, комплекс тенебрионод лесостепных экосистем включает 44 вида, объединенных 29 родами и 18 трибами. Таксономическое богатство – 107 таксонов.

Аналогична величина коэффициентов и их динамика для комплексов экосистем Степного Крыма (табл. 1), но видовой и таксономический состав этих комплексов уникален для каждой экосистемы. В них доминируют средиземноморские виды *Cyphogenia (L) lucifuga (Adams, 1817), Ammobius rufus (Lucas, 1849), Leichenum pictum (Fabricius, 1801), Trachyscelis aphodioides W. Latreille, 1809, Phaleria pontica Semenov, 1901*,восточно-европейские *B. tibialis Reiche, 1857, Pedinus (P) volgensis M. et Rey, 1853,* европейско-казахстанские *Centorus (C) rufipes (Gebler, 1833), Helopocerodes (H) sareptanus (Allard, 1876),* европейско-сибирские *Pedinus. (P) femoralis (Linna., 1767),* турано-переднеазиатские

Scleropatroides hirtulus (Baudi, 1876) и турано-средиземноморские *Gonocephalum pusillum (Fabricius, 1791),* палеарктические *Corticeus (P) pint (Panzer, 1799)* и *C. (P) bicolor (Olivier, 1790).*

Формирование видового и таксономического разнообразия тенебрионид в экосистемах Степного Крыма связано с ландшафтно-географическими условиями этой части полуострова. Открытые пространства, умеренно жаркий климат, степные полынно-типчаковые и ковыльно-типчаковые в сочетании с галофитно-луговыми экосистемами. Степная провинция хотя и обширна, но ее рельеф, почвы и растительность довольно однообразны.

Хотя оценка богатства фауны по числу зарегистрированных видов является наиболее распространенной, все же она недостаточно репрезентативна, т.к. во многом зависит от степени изученности территории и объема информации создаваемой базы данных. В этой связи кроме показателей филогенетической структуры фаунистических комплексов экосистем, т.е. насыщенности их видами, родам или таксонами более высоких рангов, рассматривают отношения количества видов к числу родов и подсемейств. Чем выше коэффициент отношения числа видов к числу родов и других таксонов, (таксономических коэффициентов) в фаунистических комплексах, тем более специализированными они является, несмотря на то, что их видовое разнообразие уменьшается (табл.1).

Показатели видового и таксономического разнообразия И.Г.Емельянов [6] предложил использовать для оценки сложности структурной организации растительных или биотических сообществ. Для этого он использовал мультипликативную функцию, которая включает такую переменную, как показатель таксономического разнообразия и среднее значение видовой насыщенности (количественная оценка видового богатства). Предложенный интегральный показатель мы использовали для отображения качественно-количественной характеристики организованности фаунистических комплексов, который оценивает их разнообразие в экосистемах биомов Крыма (табл.2).

Таблица 2. Таксономическая сложность и иерархическое разнообразие тенебрионидофауны в экосистемах Степного Крыма

Физико-географические области Крымской степной провинции	**Иерархическое разнообразие**				**Сложность, С**
	$H_{вид}$	**$H_{род}$**	**$H_{триб}$**	**$H_{п/сем}$**	
Степной биом	5,358	4,644	4,248	1,585	2,771
Тарханкутская возвышенная равнина	4,322	4,087	3,807	1,585	2,577
Северо-Крымская низменность	4,585	4,000	3,585	1,585	2,637
Керченская холмисто-грядовая степь	4,248	4,000	3,807	1,585	2,699
Центрально-Крымская равнинная степь	4,700	4,524	4,248	1,585	2,766
Предгорная лесостепь	5,459	4,858	4,170	1,585	2,801
Крымский полуостров	6,358	5,555	4,755	1,585	2,928

Примечание: **$H_{вид}$** – видовое разнообразие, **$H_{род}$** – разнообразие насыщенности видами родов, **$H_{триб}$** – разнообразие насыщенности видами триб, **$H_{п/сем}$** – разнообразие насыщенности подсемейств, **С** – таксономическая сложность комплексов.

Большое видовое богатство комплексов тенебрионид лесостепных экосистем (табл.1) оказывает влияние на величину коэффициента их видового разнообразия ($H_{вид}$ 5,459). Он гораздо выше, чем у комплексов экосистем Степного Крыма ($H_{вид}$ 5,358). Показатели иерархического разнообразия этих комплексов на более высоких таксономических уровнях (разнообразие насыщенности видами родов и триб) что приводит к возрастанию сложности структурной организации фаунистических комплексов в горнолесных экосистемах (табл.3), очевидно, за счет возрастания монотипичности высших таксонов.

В Степной провинции большим иерархическим разнообразием обладают фаунистических комплексы экосистем Центрально-степной области. Их видовое разнообразие ($H_{вид}$) - 4,700, разнообразие насыщенности видами родов ($H_{род}$) -4,524 и триб ($H_{триб}$) - 4,248) приводит к увеличению сложности организации их комплекса (С 2,766), почти до уровня сложности комплекса всей провинции (С 2,771).

Фаунистические комплексы элювиально-аккумулятивных ксерогипотрофных пустынно-степных и галофитно-луговых, а также мезоксероортотрофных бедноразнотравно-злаковых экосистем Керченского полуострова, обладают небольшим видовым и таксономическим богатством (табл.1). Их видовое разнообразие ($H_{вид}$ 4,248) уступает комплексам экосистем всех областей Степной провинции (табл.2), но за счёт увеличения разнообразия насыщенности видами родов ($H_{род}$ 4,000) и триб (($H_{триб}$ 3,807) сложность их организации возрастает (С 2,699).

На Тарханкутской возвышеной равнине формируются в основном трансэлювиальные и элювиальные ксероолиготрофные петрофитные ковыльно-типчаковые, лугово-разнотравные и разнотравно-ковыльно-типчаковые экосистем. Тенебрионидокомплексы их зооценозов обладают небольшим видовым (20 видов) и таксономическим (59 таксонов) богатством. Типичность комплексов по богатству видов самая низкая на полуострове (0,02), хотя их общая типичность (0,33) характерна для комплексов степных экосистем (табл.1,2). Видовое разнообразие этих комплексов возрастает ($H_{вид}$ 4,322), что увеличивает их таксономическую сложность (С 2,577).

Вероятно, это происходит из-за того, что экологическая емкость среды степных экосистем гораздо ниже, чем горнолесных, что видно по их видовому богатству и сумме таксонов. Уменьшение емкости среды приводит в целом к упрощению структурной организации биоценоза и его фаунистических комплексов, что компенсируется усложнением структуры их таксономических отношений. В условиях ограниченности ресурсов, предоставляемой экосистемой - видам, и происходящим в связи с этим снижением количества разнообразия, функциональная устойчивость комплекса поддерживается за счет повышения качественного разнообразия.

Таким образом, проведенный анализ разнообразия комплексов тенебрионид тепных экосистемах полуострова показал, что нет единого алгоритма однозначно оценивающего их биологическое разнообразия. Их видовое и таксономическое богатство дают представление о количественном и качественном составе, могут служить индикатором экологической емкости экосистемы. Показатель таксономического разнообразия отражает развитость структуры комплекса, а показатель сложности – качественно-количественную характеристику его организованности. Только учитывая все показатели разнообразия флоры и фауны биоценозов, можно выделить экосистемы создаваемой в Крыму, региональной экологической сети. Она объединяет 21 экоцентр полуострова, ядра которых формируют как уже существующие 152 объекта природно-заповедного фонда, так и перспективные территории для заповедования.

Список литературы

1. Пышкин В.Б. Создание региональных баз данных насекомых: проект *CrimInsecta* // Динамика научных исследований-2004.-Днепропетровск: Наука и образование, 2004. – С.26-27.
2. Пышкин В.Б. Эколого-географичекий обзор тенебрионидофауны (*Insecta: Tenebrionidae*) Крымского полуострова // Заповедники Крыма-2007, Ч.2, г.Симферополь, 2007.- С.164-172.
3. Пышкин В.Б. Биоразнообразие Крыма*: Insecta, Tenebrionidae* // Культура народов причерноморья №93. - Симферополь, 2007.- С. 141-145.
4. Емельянов И.Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем. – Киев,1999.-168 с.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ВИДОВ ГРИБОВ ИЗ КРАСНОГО СПИСКА МСОП *GASTROSPORIUM SIMPLEX* И *PICIPES RHIZOPHILUS*

Ребриев Ю.А.[1], Ермолаева О.Ю.[2]
[1] Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону, Россия
[2] Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
rebriev@yandex.ru

DISTRIBUTION OF IUCN RED LIST SPECIES OF FUNGI *GASTROSPORIUM SIMPLEX* AND *PICIPES RHIZOPHILUS* IN THE ROSTOV REGION

Rebriev Yu.A.[1], Ermolaeva O.Yu.[2]
[1] Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
[2] Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
rebriev@yandex.ru

Аннотация. Обобщены накопленные сведения о распространении и экологических предпочтениях двух глобально угрожаемых видов грибов. Показано, что виды спорадически распространены в степных экосистемах Ростовской области и прилегающих регионов, основной формой охраны является территориальная, позволяющая сохранять весь природный комплекс.

Ключевые слова: макромицеты, редкие виды, охрана, степи, грассланды, плотно-дерновинные злаки.

Abstract. The accumulated information on the distribution and ecological preferences of two globally threatened species of fungi is summarized. It is shown that the species are sporadically distributed in the steppe ecosystems of the Rostov region and adjacent regions. The main form of protection is territorial, allowing to preserve the entire natural complex.

Keywords: macromycetes, rare species, conservation, steppes, grasslands, dense-turf cereals.

Красный Список угрожаемых видов Международного союза охраны природы (МСОП) – это источник, содержащий наиболее исчерпывающую информацию по находящихся под глобальной угрозой вымирания видам. Долгое время сведения о грибах были незначительны (на 2013 год в списке присутствовали лишь три вида грибов, включая лишайники). Лишь в последние годы ситуация начала меняться: на 2016 год в официальном Списке МСОП числилось 25 видов, сейчас их уже 550.

Ниже обобщены накопленные на сегодняшний день данные о распространении в Ростовской области двух видов грибов из этого списка – Gastrosporium simplex Mattir. и Picipes rhizophilus (Pat.) J.L. Zhou & B.K. Cui. Эти виды близки по своим экологическим предпочтения. Они встречаются в степных и полупустынных сообществах и ассоциированы с плотно-дерновинными злаками родов Stipa, Andropogon, Agropyron, Bothriochloa, Bromus, Calamagrostis, Chrysopogon, Cynodon, Digitaria, Elymus, Elytrigia, Festuca, Koeleria, Lasiagrostis, Poa (Krisai-Greilhuber, 2019; Berube et al., 2019). Трофическая специализация этих видов грибов остается неясной. Предполагаются варианты от сапротрофной утилизации отмерших частей растений до паразитизма и микоризообразования. Основной ареал видов находится в Евразии и Северной Америке. Кроме того, известны сравнительно небольшие местообитания в Южной Америке, а для P. rhizophilus также и на севере Африки.

Основные угрожающие факторы те же, что приводят к сокращению численности и ареалов большинства видов степных растений и грибов: распашка целинных и старозалежных территорий, перевыпас, в некоторых регионах Азии – урбанизация. На северных границах ареалов, в лесостепной зоне, негативными факторами может выступать ограничение или полное прекращение хозяйственной деятельности (сенокошение, выпас), что приводит к залуговению степных участков и зарастанию их древесно-кустарниковой растительностью.

Picipes rhizophilus (Pat.) J.L. Zhou & B.K. Cui

На сегодняшний день в Ростовской области известно 14 локалитетов в Верхнедонском, Волгодонском, Заветинском, Кашарском, Октябрьском, Орловском, Ремонтненском, Шолоховском районах. Наибольшее число находок сделано в заповеднике «Ростовский» и его ближайших окрестностях, а также в Заветинском районе. Отчасти это объясняется более интенсивными исследованиями в южных и юго-восточных районах. Так, изучение микобиоты заповедника проводится с 2000 года (Ребриев, 2004). Большинство других находок сделано в 2021 в ходе экспедиционных выездов по мониторингу Красной книги Ростовской области. Это, в частности, позволило выявить большую популяцию вида в окрестностях села Киселевка. В то же время достаточно высокую численность вида можно объяснить и объективными причинами – как раз в юго-восточной части Ростовской области сохраняются значительные массивы степей, являющихся основным местообитанием трутовика. Микологические исследования показали, что Picipes rhizophilus произрастает и в соседних регионах. Известно одно местообитание в Кумылженском районе Волгоградской области и 4 – в Республике Калмыкия. Проведенные наблюдения показывают, что юге Европейской части России вид предпочитает сухие дерновинно-злаковые степи с умеренных выпасом, реже встречается в разнотравно-злаковых и в полынно-злаковых степях. Чаще всего отмечается на видах родов Stipa, Festuca, реже на Agropyron и Koeleria.

Gastrosporium simplex Mattir.

Не менее 10 локалитетов в Ростовской области (Боковский, Каменский, Красносулинский, Октябрьский, Орловский районы). Наибольшая численность отмечена в крупных степных массивах с режимом охраны: заповедник «Ростовский» и заказник «Персиановская степь». Известно 2 местообитания в Волгоградской области и 3 – в Республике Калмыкия. Достоверная оценка распространения и численности этого вида осложнена тем, что он образует подземные плодовые тела. Выходу плодовым телам на поверхность могут способствовать водная или ветровая эрозия, а также деятельность землеройющих животных. Экологические предпочтения сходны с предыдущим видом, наибольшее число находок сделано в дерновинно-злаковых и разнотравно-злаковых степях, однако вид отмечен и в злаково-полынных сообществах с участием Stipa и Festuca.

Основной формой охраны этих редких видов, как и других грибов, является территориальная охрана, позволяющая сохранять весь природный комплекс. Известно о возможности выделения Picipes rhizophilus в чистую культуру (Psurtseva et al., 2007), что является дополнительной важной формой охраны вида, позволяющего производить его расселение в подходящих биотопах. Необходимы дальнейшие исследования численности и распространения в регионе.

Список литературы

1. Krisai-Greilhuber, I. 2019. Picipes rhizophilus. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T147440473A148038829. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T147440473A148038829.en. Accessed on 23 February 2022.
2. Berube, J., Jeppson, M., Knutsson, T. & Rebriev, Y. 2019. Gastrosporium simplex. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T63579691A63579694. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-2.RLTS.T63579691A63579694.en. Accessed on 23 February 2022.
3. Psurtseva N. V., Kiyashko A. A., Gachkova E. Y., Belova N. V. Basidiomycetes Culture Collection LE (BIN): Catalogue of Strains. SPb: Partnership of scientific editions KMK. 2007. 116 p.
4. Ребриев Ю.А. Предварительные сведения о гастеромицетах государственного природного заповедника «Ростовский» // Биоразнообразие заповедника «Ростовский» и его охрана. Труды Государственного природного заповедника «Ростовский». Вып. 3. Ростов-на-Дону, «Донской Издательский Дом», 2004. С. 30–31.

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И РАЗНООБРАЗИЕ ПРИБРЕЖНО–ВОДНОЙ ФЛОРЫ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ

Сиротюк Э.А.
Майкопский государственный технологический университет,
г. Майкоп, Россия
emiliya09@yandex.ru

SYSTEMATIC STRUCTURE AND DIVERSITY COASTAL AND AQUATIC FLORA OF THE REPUBLIC OF ADYGEA

Sirotyuk E.A.
Maikop State Technological University, Maykop, Russia
emiliya09@yandex.ru

Аннотация. Исследованы особенности систематического состава и разнообразие прибрежно–водных растений республики в естественных и антропогенных водных экосистемах. Водные объекты расположены в контрастных географических условиях на разных гипсометрических позициях, имеют разное происхождение. Исследуемая флора включает 257 видов травянистых растений отдела Magnoliophyta из 129 родов и 46 семейств. Состав ведущих семейств типичен для флор Голарктики и имеет признаки арктической и бореальной флор с чертами средиземноморской. Анализ видового состава родов также свидетельствует об арктическо–бореальном характере флоры с включением средиземноморских элементов. Родовой коэффициент прибрежно–водной флоры Адыгеи равен 2,0. В исследуемой флоре присутствуют четыре флороценотипа (водный, луговой, лесной и сорный) и восемь флороценоэлементов (гигрофильный, гидрофильный, гидатофильный, равнинный, субальпийский, альпийский, сегетальный, рудеральный).

Водный флороценотип является наиболее крупным и охватывает все исследуемые виды. Качественно прибрежно–водную флору республики можно назвать флорой криптофитов и гемикриптофитов, а количественно − флорой криптофтов. В статье также представлены результаты мониторинга растений с целью выявления нуждающихся в охране прибрежно–водных макрофитов. Всего на территории республики 99 видов растений отдела Magnoliaphyta являются редкими. Доля водных и прибрежно–водных растений составляет 16,8 %.

Ключевые слова: сосудистые травянистые растения, водные экосистемы, ведущие семейства, ведущие роды, родовой коэффициент.

Abstract. The features of the systematic composition and diversity of coastal aquatic plants of the republic in natural and anthropogenic aquatic ecosystems are investigated. Water bodies are located in contrasting geographical conditions at different hypsometric positions, have different origins. The studied flora includes 257 species of herbaceous plants of the Magnoliophyta department from 129 genera and 46 families. The composition of the leading families is typical of the Holarctic flora and has signs of the Arctic and Boreal flora with features of the Mediterranean. The analysis of the species composition of the genera also indicates the Arctic–boreal nature of the flora with the inclusion of Mediterranean elements. The generic coefficient of the coastal aquatic flora of Adygea is 2.0. In the studied flora there are four florocenotypes (aquatic, meadow, forest and litter) and eight florocenoelements (hygrophilic, hydrophilic, hydrophilic, lowland, subalpine, alpine, segetal, ruderal). The aquatic florocenotype is the largest and covers all the studied species. Qualitatively, the coastal–aquatic flora of the republic can be called the flora of cryptophytes and hemicryptophytes, and quantitatively − the flora of cryptophytes. The article also presents the results of plant monitoring in order to identify coastal–aquatic macrophytes in need of protection. In total, 99 plant species of the Magnoliaphyta department are rare on the territory of the republic. The share of aquatic and coastal aquatic plants is 16.8%.

Keywords: vascular herbaceous plants, aquatic ecosystems, leading families, leading genera, generic coefficient.

Важнейшей характеристикой любой флоры является ее систематический состав, т.е. принадлежность существующих в регионе видов растений к определенным родам и семействам (Толмачев, 1986). Флористические исследования позволяют составить представление о сходстве и отличиях пограничных и удаленных друг от друга флор, выявить определенные исторические закономерности и особенности в распределении растительности регионов и областей. Подобный анализ является значимой составляющей решения глобальной проблемы современности – изучения и сохранения биоразнообразия, вопросы которого являются актуальными и рассматриваются в числе приоритетных фундаментальных направлений науки.

Республика Адыгея расположена в центральной части Северо-Западного Кавказа в бассейнах рек Кубань, Лаба и Белая (площадь 7,8 км^2). Гидрографичекая сеть республики представлена естественными (реки, озера, ледники) и антропогенными (пруды, водохранилища, каналы) водными объектами. Республику пересекают около 150 средних и малых рек, берущих начало с ГКХ и его отрогов, 95 % которых относятся к малым водотокам (Варшанина, Митусов, 2005). На территории Адыгеи насчитывается пять водохранилищ и более 100 небольших озер. Разнообразие природных условий обусловило различный генезис озерных котловин. Наибольшее распространение в равнинной части получили пойменные озера, озера–старицы, антропогенные озера, в предгорной и горной частях – тектонические, ледниково–карстовые, суффозионные, карстово–суффозионные

озера. Несмотря на разветвленную гидрографическую сеть с многочисленными водоемами, данные о фиторазнообразии водных экосистем Адыгеи носят фрагментарный характер (Сиротюк, 2016). Целенаправленное изучение прибрежно–водной флоры на территории республики до настоящего времени не проводилось и предпринято нами впервые.

Объектом исследования является прибрежно–водная флора Республики Адыгея. Это сосудистые травянистые растения, обитающие в условиях избыточного увлажнения (увлажненные луга, болота, придорожные кюветы и каналы, приречные сырые леса и т.д.); в пресноводных водоемах (стоячих и проточных) и на их берегах; на отмелях; сплавинах, а также виды, вся или значительная часть жизни которых проходит в условиях частичного или полного затопления.

В ходе работ, проведенных на территории Республики Адыгея (2011–2018 гг.), а также анализа литературных источников и гербарного материала кафедры ботаники Адыгейского государственного университета (MAY), Кавказского государственного природного биосферного заповедника им. Х.Г. Шапошникова (CSR), Национального музея Республики Адыгея, нами выявлено 257 видов травянистых прибрежно–водных растений отдела Magnoliophyta из 129 родов и 46 семейств. Из них к классу Magnoliopsida относится 31 семейство (67 %), к классу Liliopsida – 15 семейств (33 %).

На долю ведущих 10 семейств прибрежно–водных растений республики приходится 152 вида, что составляет 59 % от общего видового состава исследуемой флоры. По числу входящих видов, семейства можно условно разделить на несколько групп. Первую группу образуют семейства с числом видов от 50 до 20. Это семейства *Poaceae* и *Cyperaceae*. На долю данной группы приходится 72 вида, что составляет 28 % от общего числа флоры (рисунок 1). Вторая группа объединяет семейства с числом видов от 20 до 5, на счету которых половина всех прибрежно–водных растений республики (129 видов). К ним относятся семейства *Juncaceae, Asteraceae, Fabaceae, Polygonaceae* и др. Третья группа содержит мелкие для данной флоры семейства (*Lemnaceaea, Saxifragaceae, Typhaceae, Callitrichaceae, Euphorbiaceaeu* др.) содержащие от 5 до 2 видов, в них зарегистрировано 44 вида (17 %). Четвертая группа объединяет 12 семейств, представленных одним видом, что составляет 5 % от общего числа видов исследуемой флоры. Это такие семейства как *Araceae, Butomaceae, Menyanthaceae, Polygalaceae, Trapaceae* и др.

Таким образом, 78 % прибрежно–водных растений отдела *Magnoliophyta* Республики Адыгея входит в состав 18 крупных и средних семейств с числом видов от 50 до 5, с доминированием второй по численности группы, на долю которой приходится 50 %.

Проведенный анализ доминирующих семейств водно-прибрежных растений республики, выполненный по методике А. И. Толмачева (1986), показал, что состав ведущих семейств типичен для флор Голарктики и отражает наличие признаков как арктической, так и бореальной флор, с чертами средиземноморской (таблица 1). Несмотря на то, что флоры лотических и лентических экосистем интразональные, они несут в себе флористические элементы разных географических зон, гармонично произрастающих в региональных флороценозах.

Подтверждением бореального характера прибрежно–водной флоры республики является ведущая роль семейств Poaceae, Cyperaceae и Asteraceae (первая, вторая и четвертая позиции) со значительным участием семейств Rosaceae и Brassicaceae (таблица 1). На долю этих семейств приходится 38,5 % видов исследуемой флоры республики.

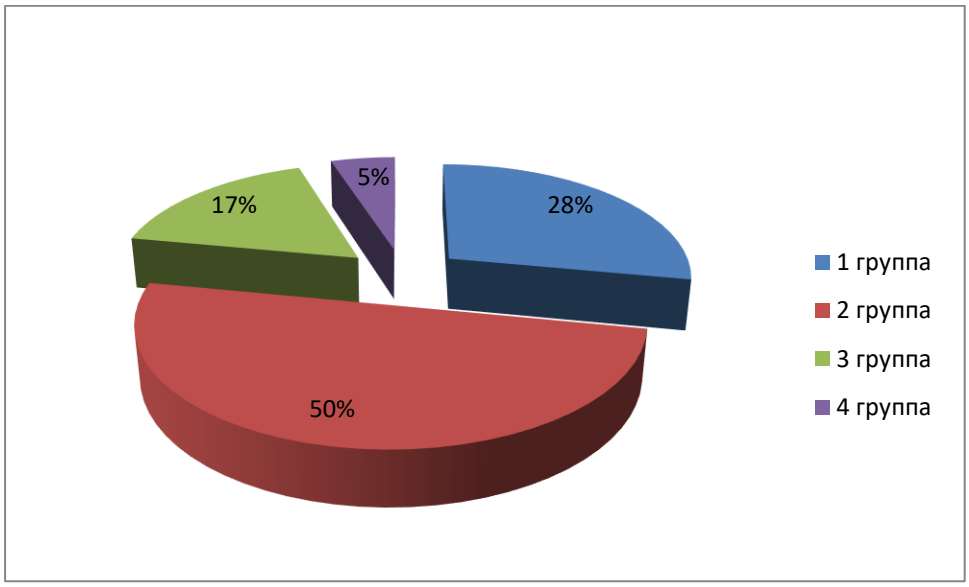


Рисунок 1. Соотношение основных групп семейств прибрежно–водных растений отдела *Magnoliophyta* Республики Адыгея

Таблица 1. Семейства, занимающие преобладающее положение в составе флор географических областей Земли (Толмачев, 1986)

Арктическая область	Бореальная область	Средиземноморская область
Poaceae	Poaceae	Asteraceae
Cyperaceae	Cyperaceae	Fabaceae
Brassicaceae	Rosaceae	Poaceae
Caryophyllaceae Asteraceae	Asteraceae	Apiaceae
Ranunculaceae Saxifragaceae	Brassicaceae Caryophyllaceae	Lamiaceae
Salicaceae	Ranunculaceae	Brassicaceae
Rosaceae	Scrophulariaceae	Scorphulariaceae
Juncaceae Scrophulariaceae	Fabaceae	Rosaceae
Fabaceae	Salicaceae Chenopodiaceae	Caryophyllaceae
		Liliaceae
		Ranunculaceae
		Rubiaceaea
		Boraginaceae

Наиболее представительными по содержанию родов являются ведущие семейства, которые по числу родов выстраиваются в следующей последовательности: Poaceae – 20 видов, Cyperaceae – 9, Asteraceae – 8, Apiaceae – 6, Fabaceae – 5, Lamiaceae – 5. Все эти семейства объединяют 53 рода, что составляет 41 % от общего числа родов.

Положение семейств Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Lamiaceae и Brassicaceae указывает на черты, характерные для Средиземноморской флоры Восточно–Средиземноморской подобласти. Так, на долю семейств Asteraceae, Poaceae и Lamiaceae приходится 30 % видов средиземноморской флоры. В республике Адыгея этот показатель прибрежно–водных растений равен 19 %.

Некоторые семейства, отмеченные в республике, присутствуют в разных долях во всех областях Голарктики. Виды семейств Caryophyllaceae, Scorphulariaceae слагают бореальную и арктическую флоры, семейства Brassicaceae, Rosaceae отмечаются как в средиземноморской, так и в бореальной и арктической областях.

Анализ видового состава родов также свидетельствует об арктическо-бореальном характере флоры с включением средиземноморских элементов. Из 129 родов исследуемой флоры ведущими являются *Carex, Juncus, Potamogeton* (таблица 2). На их долю приходится

49 видов (19 % от общего числа флоры). Большинство родов имеют слабую видовую насыщенность: 23 рода содержат по два вида и 80 родов – по одному виду (*Beckmannia, Bolboschoenus, Blysmus, Elodea, Hudroharis, Impatiens, Leersia, Nymphea, Polypogon, Scirpoides, Utricularia, Vallisneria* и др.). Полученные данные свидетельствуют о том, что участие крупных и средних родов (не менее 6 видов) в исследуемой флоре составляет 24 %. Следовательно, 76 % приходится на долю мелких родов, а также родов со слабой видовой насыщенностью.

Таблица 2. Спектр крупных и средних родов сосудистых прибрежно–водных растений Республики Адыгея

№ п\п	Род	Вся флора	
		Число видов	%
1	*Carex*	28	10,9
2	*Juncus*	12	4,7
3	*Potamogeton*	9	3,5
4	*Polygonum*	6	2,3
5	*Trifolium*	6	2,3
6	*Epilobium*	5	1,9
7	*Calamogrostis*	4	1,6
8	*Cardamine*	4	1,6
9	*Rumex*	4	1,6
10	*Stellaria*	4	1,6
11	*Typha*	4	1,6

Показательным является родовой коэффициент (число видов, приходящихся на один род), свидетельствующий о своеобразии физико-географической среды, в которой формировалась флора. Он будет всегда ниже в условиях однообразного климата и рельефа, во флорах равнинных, северных и молодых независимо от географического положения (Галушко, 1976). Следовательно, его значение выше во флорах, прошедших длительный путь формирования и развития в разнообразных физико-географических условиях (Иванов, 1998). Интересно отметить, что данный показатель в Калмыкии равен 2,34, на Сахалине – 2,5, в Предкавказье – 3,16. В Республике Адыгея, а также в Карачаево-Черкесской Республике (Салпагарова, 2011) родовой коэффициент прибрежно–водной флоры равен 2,0 (для объективного сравнения прибрежно–водных флор обеих республик, мы учитывали только травянистые растения отдела Magnoliophyta). Равенство коэффициентов отчасти объясняется интразональстью водных экосистем, а также свидетельствует о сходном географическом положении (Кавказ) и общности пути формирования и распространения ключевых таксонов исследуемых флор.

Согласно В.В. Акатову (1987), прибрежно–водные растения в высокогорьях Северо-Западного Кавказа представлены 125 видами, из них 122 вида – цветковые. В Карачаево-Черкесской Республике отмечено 288 видов сосудистых растений (из них цветковых – 281 вид) (Салпагарова, 2011). Во флоре Центрального Предкавказья Лиховид Н.Г. отмечает 292 вида сосудистых растения (из них 284 вида – цветковые растения). З.Н. Амаловой (2011) на территории Центрального Предкавказья выявлено 193 вида сосудистых растений, относящихся к группам макрофитов и гигрофитов. Во флоре бассейна р. Афипс Западного Кавказа (Бондаренко, 2002) к гидрофильной флоре отнесено 112 видов, обитающих в постоянно переувлажненных местах (канавы, пруды, берега рек, микропонижения рельефа на заливных лугах). На территории бассейна реки Большая Лаба отмечено 185 видов прибрежно–водных растений (Шильников, 2008). В основном это прибрежные растения, произрастающие по берегам рек и озер, на речных галечниках, в местах выхода родников.

Прибрежно–водная флора водоемов равнинной части Адыгеи включает больше половины видов (69,6 %). Наибольшее видовое разнообразие (81 % от общего числа видов равнинной флоры) отмечено в речных заводях; наименьшее – в галечниковых экотопах (19 %). В исследуемой флоре нами выделено четыре флороценотипа (водный, луговой, лесной и сорный) и восемь флороценоэлементов (гигрофильный, гидрофильный, гидатофильный, равнинный, субальпийский, альпийский, сегетальный, рудеральный). Водный флороценотип является наиболее крупным и охватывает все исследуемые виды. Качественно прибрежно–водную флору макрофитов республики можно назвать флорой криптофитов и гемикриптофитов, а количественно − флорой криптофтов (Сиротюк, Остапенко, 2017).

Являясь неотъемлемой частью водной экосистемы, прибрежно–водные растения обеспечивают ее стабильность и развитие. К основным неблагоприятным факторам, влияющим на водные растения, относятся природные и антропогенные. Среди природных – климатические изменения, изменение водного режима среды обитания, сукцессионная смена фитоценозов, вытеснение одних видов растений другими. Антропогенные факторы включают изменение условий среды обитания вследствие загрязнения и эвтрофирования, изменение водного режима водоемов в результате гидромелиоративных работ; повреждение зарослей макрофитов моторным транспортом, интенсивный сбор охраняемых видов (Садчиков, 2004).

Инвентаризация редких и исчезающих видов растений − начальный и необходимый этап природоохранных мероприятий, в процессе которого выявляются нуждающиеся в охране виды. К числу последних на территории Республики Адыгея относится 99 видов растений отдела *Magnoliaphyta*. Доля высших водных и прибрежно–водных растений составляет 17 видов – 16,8 % от всех видов, нуждающихся в охране (таблица 3).

Таблица 3. Редкие прибрежно–водные растения Республики Адыгея

Вид	Категория статуса редкости в КК РА (2012)	Распространение и местообитание
Menyanthes trifoliata L.	«Находящийся в критическом состоянии»−1А	Высокогорные осоко–моховые болота, заболоченные луга у подножия г. Оштен.
Datiska cannabina L.	«Находящийся под угрозой исчезновения» – 1Б	Берега, отмели, обрывы от предгорий до среднего горного пояса в долине р. Белая.
Potamogeton alpinus Balb.	«Находящийся под угрозой исчезновения» – 1Б	Мелкие озера с илистым грунтом на высоте 1700-2000 м над ур. м.
Trapa maeotica Woronov, 1941	«Находящийся под угрозой исчезновения» – 1Б	Малопроточные, хорошо прогреваемые водоемы глубиной 50–250 см в Теучежском и Тахтамукайском районах.
Carex elata Bell. ex All.	«Уязвимый» – 2	Болота, заболоченные луга, нижний и средний горные пояса
Epipactis palustris (L.) Crantz.	«Уязвимый» – 2	Сырые и влажные луга, часто вокруг ключей в Майкопском районе.
Gentiana nivalis L.	«Уязвимый» – 2	Сырые альпийские и субальпийские луга, берега горных ручьев, на болотах
Leucojum aestivum L.	«Уязвимый» – 2	Влажные пойменные луга, берега рек, болотистые участки
Orchis coriophora L.	«Уязвимый» – 2	Сырые луга до 2200 м над ур. м.
Dactylorhiza urvilleana Steud. H. Baumann et Kuenkele	«Редкий» – 3	Влажные пойменные луга, широколиственные леса, сырые лесные поляны (200-2600 м над ур. м.
Gentiana aquatica L.	«Редкий» – 3	Среднегорный, субальпийский и альпийский пояса (1000–3000 м над ур. м.), на влажных лугах.

Gladiolus tenuis M. Bieb.	«Редкий» – 3	Пойменные луга от предгорий до среднего горного пояса.
Hydrocharis morsus-ranae L.	«Редкий» – 3	Неглубокие водоемы в Майкопском и Теучежском районах.
Neottia ovata (L.) Bluff et Fingerhuth	«Редкий» – 3	Долины горных рек, сырые леса.
Nuphar lutea (L.) Smith	«Редкий» – 3	Мелководные водоемы в Кошехабльском, Теучежском и Майкопском районах.
Nymphaea alba L.	«Редкий» – 3	Медленно текущие пресные воды, старицы, плавни в Теучежском районе.
Pinguicula vulgaris L.	«Редкий» – 3	Заболоченные луга, болотистые места на гг. Большой Тхач и Чертовы Ворота.

В таблице 3 проведен анализ охраняемых видов на основе категорий, используемых во втором издании Красной книги республики (2012). Из 17 видов охраняемых водно-прибрежных растений, два вида − *Nymphaea alba* L. и *Hydrocharis morsus-ranae* L. – впервые включены в Красную книгу, шесть видов являются реликтовыми. В Красную книгу Российской Федерации (2008) входят три вида: *Orchis coriophora* L., *Dactylorhiza urvilleana* Steud., *Leucojum aestivum* L.

Ареалы большинства редких прибрежно–водных растений приурочены к предгорьям и высокогорьям республики, что, на наш взгляд, объясняется не только топологическими и эколого–ценотическими особенностями растений, но и сокращением оптимальных местообитаний в лесо–степной зоне. Например, вахта трехлистная, встречается в высокогорном местообитании республики – на сфагновом болоте у северного подножья г. Оштен, и, в то же время, произрастает по берегам медленно текущих водоемов, рек, болотам, влажным лесам и лугам практически по всей европейской части СНГ, распространена в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Естественный ареал жирянки обыкновенной простирается в Евразии от Западной Европы до Дальнего Востока по сырым лугам и болотам. В Адыгее вид отмечен в высокогорной зоне (гг. Большой Тхач и Чертовы Ворота.). Дремлик болотный распространен в европейской части России в сырых лесах и на увлажненных полянах, в Адыгее вид обнаружен в окрестностях г. Майкоп (на высоте 313 м над ур. м.) и Сахрая (на высоте 526 м над ур. м.).

Выводы. Более половины видов исследуемой флоры имеют практическое значение: лекарственное, кормовое, пищевое, декоративное и др. Однако без комплексного ботанико-лимнологического мониторинга видов их рациональное использование невозможно. Около 17 % видов водно-прибрежных растений нуждаются в охране и занесены в Красную книгу Республики Адыгея. Один вид находится в критическом состоянии, три вида – под угрозой исчезновения, пять видов являются уязвимыми, восемь видов – редкими. В настоящее время по охране редких и исчезающих видов растений в Республике Адыгея приняты следующие меры: регламентируется хозяйственная и рекреационная деятельность, запрещен сбор охраняемых видов, ежегодно проводится мониторинг краснокнижных видов, позволяющий вести контроль за состоянием популяций и выявлять новые местонахождения, некоторые виды культивируются в Ботаническом саду Адыгейского государственного университета.

Список литературы

1. Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза. Отв. ред. Л.И. Малышев, И.М. Красноборов; АН СССР, Сибирское отделение. Новосибирск: Наука: Сибирское отделение, 1986. 195 с.

2. Варшанина Т.П., Митусов Д.В. Климатические ресурсы ландшафтов Республики Адыгея. Майкоп: Изд-во АГУ, 2005. 237 с.
3. Сиротюк Э.А., Остапенко О.А. Конспект водной и прибрежно-водной флоры Республики Адыгея // Вестник Адыгейского государственного университета. Сер. Естеств.–матем. и техн. науки. 2016. Вып. 1 (176). С. 70–82.
4. Галушко А.И. Флора Северного Кавказа и вопросы ее истории. Вып.1. Ставрополь, 1976. С. 5–130.
5. Иванов А.Л. Флора Предкавказья и ее генезис. Ставрополь: Изд-во СГУ, 1998. 204 с.
6. Салпагарова И.М. Флора Карачаево-Черкесской Республики и ее анализ: автореф. дис. … канд. биол. наук. Ставрополь, 2011. 20 с.
7. Акатов В.В. Флора и растительность высокогорных районов Северо-Западного Кавказа // Природно-ресурсный потенциал горных районов Северо-Западного Кавказа: тез. докл. науч. конф. Краснодар, 1987. С. 124-127.
8. Лиховид Н.Г. Фиторазнообразие водных экосистем Центрального Предкавказья (инвентаризация, оценка состояния, продуктивность и сохранение): автореф. дис. … д-ра биол. наук. Ставрополь, 2004. 18 с.
9. Амалова З.Н. Фиторазнообразие степных рек Центрального Предкавказья и проблемы его сохранения: автореф. дис. … канд. биол. наук. Ставрополь, 2011. 21 с.
10. Бондаренко С.В. Флора бассейна р. Афипс Западного Кавказа: автореф. дис. … канд. биол. наук. СПб., 2002. 20 с.
11. Шильников Д.С. Флора бассейна реки Большая Лаба и ее анализ: автореф. дис. … канд. биол. наук. Ставрополь, 2008. 21 с.
12. Сиротюк Э.А. Остапенко О.А. Видовое разнообразие прибрежно-водных растений Республики Адыгея // Горные экосистемы и их компоненты: Материалы VI Всерос. конф. с межд. участием, посвященной Году экологии в России и 100-летию заповедного дела в России (Нальчик, 11–16 сентября 2017) / Под ред. чл.-корр. РАН Ф.А. Темботовой. Нальчик: АЛЕФ, 2017. С. 66–68.
13. Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Экология прибрежно–водной растительности. М.: Изд-во НИА-Природа, РЭФИА, 2004. 220 с.

ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

Соколова Т.А.
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук», пр. Чехова, 41, г. Ростов-на-Дону, 344006. Россия
sta1562@yandex.ru

PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS OF THE ROSTOV REGION: PAST, PRESENT, FUTURE

Sokolova T.A.
Federal state budgetary institution of science "Federal research center southern scientific center of the Russian Academy of Sciences, 41 Chekhov Ave., Rostov-on-Don, 344006. Russia.
sta1562@yandex.ru

Аннотация. Ростовская область является одним из ведущих агропромышленным регионом страны. Устойчивость агроландшафтов напрямую зависит от состояния их главного структурного элемента – полезащитных лесных полос. Их площадь на территории области составляет более 230 тыс. га лесных насаждений, около 120–130 тыс. га являются

полезащитными лесонасаждениями. Для нормального функционирования системы лесополос в области, необходимо повысить их площадь до 280–290 тыс. га. Деградация защитных лесных насаждений вследствие неконтролируемых рубок, неправильного ухода, воздействия лесных пожаров, болезней и вредителей может привести к усилению водной и ветровой эрозии, нарушению стока, ухудшению микроклимата, более сильному воздействию засух и пыльных бурь. Оттого необходимость комплексного исследования защитных лесных насаждений, их динамики и особенностей современного состояния, перспективы развития в дальнейшем является одним из приоритетных для сельского и лесного хозяйства не только Ростовской области, но и других агропромышленных регионов. Прикладная значимость работы заключается в предоставлении информации о состоянии лесов области для дальнейшей работы над созданием оптимальной структуры лесных насаждений.

Ключевые слова: защитные лесные полосы, оценка состояния, Ростовская область.

Abstract. The Rostov region is one of the leading agro-industrial regions of the country. The stability of agrolandscapes directly depends on the state of their main structural element - shelterbelts. Their area in the region is more than 230 thousand hectares of forest plantations, about 120-130 thousand hectares are shelter forest plantations. For the normal functioning of the system of forest belts in the region, it is necessary to increase their area to 280-290 thousand hectares. Degradation of protective forest plantations due to uncontrolled logging, improper maintenance, the impact of forest fires, diseases and pests can lead to increased water and wind erosion, disruption of runoff, deterioration of the microclimate, and a stronger impact of droughts and dust storms. That is why the need for a comprehensive study of protective forest plantations, their dynamics and features of the current state, development prospects in the future is one of the priorities for agriculture and forestry not only in the Rostov region, but also in other agro-industrial regions. The applied significance of the work lies in providing information on the state of the region's forests for further work on creating the optimal structure of forest plantations.

Keywords: protective forest belts, condition assessment, Rostov region.

Введение

Законодательно лесовосстановление было утверждено в 20-е г. XVIII века Петром I, для возобновления товарного и корабельного леса. Только в XIX столетии было научно обосновано защитное, противоэрозионное и мелиоративное значение лесоразведения, в частности степное. Это заслуга выдающихся русских ученых, разработавших систему сухого земледелия – П.А. Костычева, А.А. Измаильского, В.В. Докучаева, Н.Г. Высоцкого и др. Для их экспериментов были созданы степные лесничества, первое из которых – Велико-Анадольское (1843 г.) в Екатеринбургской губернии (Сутягин, 2011).

Система защитных лесных насаждений (далее ЗЛН) (в нее входили пруды) впервые была создана во время Особой экспедиции В.В. Докучаева в Каменной степи (ныне ООПТ) Воронежской области (тогда – губернии, 1892–1898 гг.), когда в 1891 г. началась засуха, которая охватила 26 регионов и сопровождалась страшным голодом. Итогом исследований в Каменной степи стала программа по регулированию водного хозяйства в открытых степях: создание на водораздельных степных пространствах систем прудов, берега которых должны быть обсажены деревьями; посадка рядов живых изгородей; сплошную посадку леса на всех неудобных для пашни участках (Трусов и др., 2017).

Официально старт защитного лесоразведения (посадка ЗЛН внесена в число мер планового лесовозобновления) дан в 1918 г., в связи с принятием – «Основной закон о лесах» (27 мая). В апреле 1921 г. вышло Постановление Совета Труда и Обороны о борьбе с засухой, в котором приведены детальные указания: укрепление оврагов и песков ЗЛН в

Самарской, Саратовской, Царицынской (сейчас Волгоградской), Астраханской, Тульской губерниях и в Донской (Ростовской) области. Далее развитие степного лесоразведения в СССР связано с итогами Всесоюзной конференции по борьбе с засухой (1931 г.). Наибольшие засухи наблюдались в Заволжье, именно там было решено посадить 3 млн. га леса. В итоге с 1931 по 1941 гг. было заложено 844,5 тыс. га ЗЛН, из которых на долю полезащитных лесных полос приходится 465,2 тыс. га. Во время Великой Отечественной войны процесс был прерван. Но последующие годы и засуха 1946 г. показала, что урожай зерновых на землях с ЗЛН в 3–4 раза выше, чем на соседних землях. Таким образом, борьба с засухой путем лесоразведения ставится одним из важнейших векторов работы сформированного (в апреле 1947 г.) Министерства лесного хозяйства СССР. Процесс развития степного лесоразведения приводит к тому, что на основе учения Докучаева – Костычева (предложено в 1924 г.) Совет Министров СССР и ЦК ВКПб 20 октября 1948 г. принимает постановление – «О плане полезащитных лесонасаждений, внедрения травопольных севооборотов, строительства прудов и водоемов для обеспечения высоких устойчивых урожаев в степных и лесостепных районах Европейской части СССР» – «Великий сталинский план преобразования природы».

На тот момент засушливая зона 1946–1947 гг. занимала 5 млн. км^2 (свыше 20% территории СССР) на территориях: Украины, Молдавии, Нижнего Поволжья, Северного Кавказа и Центрально-Черноземного района. Именно здесь в послевоенные годы сосредотачивалось основное производство зернобобовых и многих технических культур, а также располагались крупнейшие индустриальные поселения с высокой численностью жителей, поэтому аграрный кризис здесь имел не только локальное значение, но угрожал сорвать план восстановления народного хозяйства и спровоцировать спад всей советской экономики.

Согласно плану преобразования природы, в период с 1945 по 1965 гг. планировалось создать несколько крупных лесных полос в степных и лесостепных районах страны и оросительную систему. Цель: полное самообеспечение СССР продовольствием за счет реализации сельского хозяйства. Задачи: 1) Предотвращение засух, песчаных и пыльных бурь путем строительства водоемов и посадки лесозащитных насаждений в южных районах СССР (всего планировалось высадить более 4 млн га леса, и создать государственные полезащитные полосы длиной свыше 5300 км: защита от суховеев, закрепление склонов оврагов). 2) Внедрение прогрессивных методов обработки полей: применение черных паров, зяби и лущения стерни; правильная система применения органических и минеральных удобрений; посев отборных семян высокоурожайных сортов, приспособленных к местным условиям. 3) Внедрение травопольной системы земледелия, при которой часть пашни в севооборотах засевалась многолетними бобовыми и мятликовыми травами, служившими кормовой базой животноводства и естественным средством восстановления плодородия почв. 4) Должны были появиться более 40 тыс. водоемов, что позволило бы создать хозяйства, не зависящие от природных условий на территории всего СССР (Кулик, Свинцов, 2009).

Большую часть намеченного на 15 лет плана удалось выполнить, однако, он был свернут в 1953 г., в связи со смертью Сталина. Новая власть старый курс в отношении природы и экологии не поддержала и все силы были брошены на освоение новых земель, что в начале 60-х годов привело к масштабной катастрофе – на целине началась эрозия почв и неурожаи. В стране вновь возникла угроза голода, зерно закупалось за границей.

В 80-е годы, работа со сталинским планом преобразования земель была возобновлена: лесом засажены около 30 тыс. га. На тот момент многие леса и водохранилища были заброшены. Лесные полосы без присмотра частично были вырублены, другие засорились, усохли, стали представлять пожарную опасность.

За всю историю защитного лесоразведения в России было посажено 5,2 млн га ЗЛН. К настоящему времени их площадь составляет около 2,74 млн га (данные ВНИАЛМИ). К этому привели ежегодная гибель лесокультур из-за нестабильности, неорганизованности проведения и низкого качества посадочных работ, некачественный уход за посадками, а также старение насаждений. В настоящее время площадь искусственных защитных лесополос разного назначения составляет лишь 1,3 % ее аграрной территории (204,5 млн га), что в 3–6 раз меньше научно обоснованных норм облесения.

В Южном федеральном округе преобладают земли со средним показателем защитной лесистости пашни 2–4 % (данные ВНИАЛМИ). Территория, которую они занимают, составляет 221,8 тыс. км^2 (т.е. в 2–3 раза меньше нормы). В основном это территории бассейна Дона.

Наши исследования приведены для территории Мясниковского района Ростовской области.

Природные условия района исследования

Согласно климатическому районированию рассматриваемая территория находится в пределах Миус-Донского подрайона Приазовско-Цимлянского района умеренного пояса западной подобласти атлантико-континентальной степной области (при выделении подрайонов основным критерием выступает коэффициент увлажнения, как обобщённый показатель увлажнения, лимитирующий развитие растительности) (Алисов, 1956; Хрусталев и др., 2002). Климат Миус-Донского подрайона принадлежит к умеренно-континентальному недостаточно жаркому (степному) типу, однако находится под относительно слабым (из-за малых размеров) сглаживающим влиянием Таганрогского залива Азовского моря, что выражается в увеличении средних годовых температур воздуха на 0,5–0,7 ºС и зимних на 2–3 ºС по сравнению с районами, удалёнными от моря более чем на 30–35 км, а также в уменьшении суточных амплитуд температуры воздуха.

В системе агроклиматического районирования Ростовской области (Агроклиматическое районирование ..., 1972; Смагина, Кутилин, 2011) рассматриваемая территория по условиям влагообеспеченности находится в пределах полузасушливого агроклиматического района: среднее годовое количество осадков более 400 мм, испаряемость не более 1100–1200 мм, коэффициент природной увлажнённости изменяется от 0,5 до 0,7 во влажный год, от 0,25 до 0,30 – в сухой год.

Район исследований с точки зрения ботанико-географического районирования (Зозулин, Пашков, 1974) находятся на территории Приазовского района.

Методика

Изучение растительных сообществ лесополос и растительности прилегающих территории исследования проведено детально-маршрутным методом в период полевых работ 2021 г. (апрель–октябрь) в Мясниковском районе Ростовской области. Геоботанические описания произведены на площадях стандартных для определенных типов сообществ размеров: степные – 10х10 м^2, луговые – 4х4 м^2, лесные (лесополосы) – 20х20 м^2 (иногда, в пределах ЗЛН – 10х2 м^2) (Сочава, 1964). Для описания участка растительности использована методика Браун-Бланке (1964). Все геоботанические описания были внесены в базу данных TURBOWIN (Hennekens, 1996). Видовые названия сосудистых растений приведены по С.К. Черепанову (1995).

Санитарное состояние категорий состояния деревьев определялось по шкале, представленной в таблице 1.

Таблица 1. Шкала категорий состояния древесных видов*

Категория деревьев	**Признаки состояния деревьев по породам**	
	хвойные	**лиственные**
I – без признаков ослабления	Крона густая, хвоя (листва) зеленая, блестящая; прирост текущего года нормального размера для данной породы, возраста, сезона и условий местопроизрастания; стволы и корневые лапы не имеют внешних признаков поражения.	
II – ослабленные	Крона ажурная; хвоя зеленая, светло-зеленая или обожжена не более чем на 1/3; прирост уменьшен не более чем наполовину; усыхание отдельных ветвей, повреждение отдельных корневых лап, местное повреждение ствола.	Крона ажурная; листва рано опадает, прирост уменьшен до 1/2; усыхание отдельных ветвей; местные повреждения ствола и корневых лап; единичные водяные побеги.
III – сильно ослабленные	Крона сильно ажурная; хвоя бледно-зеленая или матовая либо обожжена более 1/3; прирост очень слабый; усыхание до 2/3 кроны; повреждения корневых лап или ствола, окольцовывающие их до 2/3; попытки поселения или местные поселения стволовых вредителей; плодовые тела и иные признаки деятельности дереворазрушающих грибов на стволе и корневых лапах.	Крона сильно ажурная; листва очень мелкая, светлая, рано желтеет и опадает; прирост очень слабый или отсутствует; усыхает до 2/3 кроны; повреждение ствола и корневых лап на 2/3 их окружности; сокотечение на стволах и скелетных ветвях; попытки поселения стволовых вредителей; множественные водяные побеги; плодовые тела или иные признаки деятельности дереворазрушающих грибов на стволе.
IV – усыхающие	Крона сильно ажурная; хвоя желтоватая или желто-зеленая, осыпается; прирост очень слабый или отсутствует; усыхание более 2/3 ветвей; повреждения ствола и корневых лап более 2/3 окружности; имеются признаки заселения стволовыми вредителями.	Усохло или усыхает более 2/3 кроны; повреждение более 2/3 окружности ствола и корневых лап; признаки заселения стволовыми вредителями; усыхающие водяные побеги.
V – свежий сухостой (текущего года)	Хвоя серая, желтая или красно-бурая, частично осыпалась; частичное опадание коры; заселено или отработано стволовыми вредителями.	Листва усохла, увяла или отсутствует; частичное опадание коры; заселено или отработано стволовыми вредителями.

VI – старый сухостой (прошлых лет)	Живая хвоя (листва) отсутствует; кора и мелкие веточки осыпались частично или полностью; летные отверстия стволовых вредителей; под корой грибница дереворазрушающих грибов.	

*в соответствии с санитарными правилами в лесах Российской федерации (ред. От 20.01.95) (утв. Приказом Рослесхоза от 18.05.92 № 90).

Результаты

Установлено, что для Ростовской области характерны процессы аридизации климата, агроистощение, развитие эрозии. Это позволяет оценить ее как территорию с риском потенциального опустынивания (Безуглова и др., 2019). Имеющиеся ЗЛН не могут полностью обеспечить защиту сельхозугодий от неблагоприятных природных факторов. На территории Ростовской области в настоящее время чуть более 230 тыс. га лесных насаждений, из них примерно, 120–130 тыс. га являются полезащитными лесонасаждениями. Для нормального функционирования системы лесополос в области, необходимо высадить еще примерно 160 тыс га. Ниже приведены результаты исследований ЗЛН в Мясниковском районе Ростовской области.

Общая площадь Мясниковского района составляет 88,4 тыс. га, из них более 65 тыс. га приходится на сельхозугодия, на защитные лесополосы (расчет по космоснимкам) – около 2000 га. Последние представлены: полезащитные лесополосы – примерно 1200 га, прибалочные лесополосы – около 650 га, придорожные лесополосы – около 75 га, другая древесно-кустарниковая растительность – около 30 га.

Лесистость территории составляет 2,27%. Более 30% пашни не имеют лесозащиты. Распределение защитных лесополос на территории Мясниковского района и местонахождение точек оценки состояния защитных лесополос представлены на рисунке 1А.

ЗЛП ограждают пашни и посевы от сильных ветров, перераспределяют потоки воздуха и осадков. Именно ими представлена большая часть лесополос района. Эти полосы характеризуются стандартной шириной от 9 (вспомогательные) до 20 м (основные, могут быть и шире), имеют 2–4 ряда насаждений главных пород с плотной и ажурно-продуваемой или непродуваемой конструкции. Основные полезащитные лесные полосы располагаются продольно, поперек господствующим ветрам. Вспомогательные полосы – поперечные, проходят между полями.

Основными (главными) лесообразующими породами в защитных насаждениях Мясниковского района являются: широко распространенные *Robínia pseudoacácia, Ulmus pumila, Gleditsia triacanthos, Fraxinus excelsior, F. lanceolata, Populus deltoides, P. italica, Armeniaca vulgaris*, реже *Quercus robur*. В качестве сопутствующих видов отмечены: *Acer negundo, Ulmus minor, Pyrus communis, Malus sylvestris, Morus alba.* Нередко они принимают на себя роль «главных» пород, где таковые отсутствуют. Из кустарников в защитных лесонасаждениях района встречаются: *Cotinus coggygria, Cerasus mahaleb, Ligustrum vulgare, Elaeagnus angustifolia, Caragana fruticosa, Sambucus nigra, Prunus spinosa, P. steposa, Lonicera xylosteum, Crataegus curvisepala, Rhamnus cathartica, Rosa majalis, R. canina.*

Большая часть защитных насаждений достигла возраста в 50–65 лет, возможно и 70. Средняя высота первого яруса, главных пород 12–14 м, второго подъяруса (если он есть) – 6–8м. Средний диаметр главных пород – 25–30 см (колебания составляют промежутки от 15 см до100 см).

На настоящее время состояние полезащитных лесополос Мясниковского района можно оценить, как удовлетворительное. Но функции, выполняемые ими нарушены, изменены первоначальные состав и структура сообществ. Все, без исключения, насаждения нуждаются в срочных лесохозяйственных мероприятиях: смене поколений, реконструкции, улучшении санитарного состояния и повышения мелиоративной эффективности древостоев лесокультурными и лесоводственными приемами.

Перестойный возраст деревьев, отсутствие рубок ухода и новых насаждений привели к появлению «окон» в древостое, что также влияет на перераспределение воздушных масс. В итоге накопилось много сушняка, разрослись кустарники (рис. 2). Такая структура сообществ благоприятствует распространению пожаров и болезней растений.

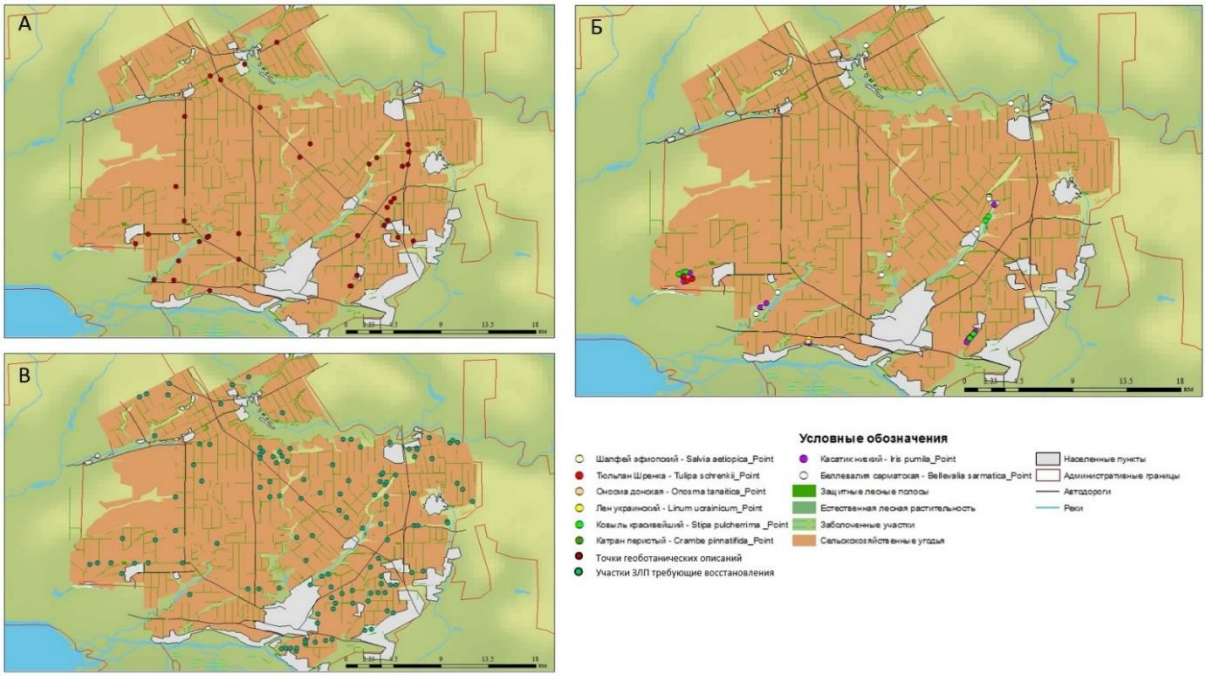


Рисунок 1. Геоботаническая карта-схема Мясниковского района, А - точки геоботанических описаний, оценки состояния злп; Б – нарушенные участки ЗЛП; В – точками указаны редкие виды растений, занесенные в Красную книгу Ростовской области (2014) (карты автора).

По итогу, сохранившиеся лесополосы массово находятся в запущенном состоянии, нередко загрязнены бытовыми и промышленными отходами (рис. 1Б, рис. 3), повреждены пожарами, самовольными рубками, многие деревья поражены болезнями и вредителями. Многие лесополосы потеряли свою конструкцию и, следовательно, и выполняемую функцию. Из продуваемых превратились в непродуваемые и наоборот, что меняет распределение снега зимой. Весной это приводит к тому, что одни участки поля достаточно обеспечены влагой, другие нет. Время посева из-за переувлажненных участков может сдвинуться. Мелиоративная эффективность таких насаждений резко снижается.

По результатам исследования 65 лесополос выяснилось, что ведущей породой при защитном озеленении является Акация белая (*Robinia pseudoacacia*), нередки ясень зеленый/американский и вяз приземистый; все насаждения достигли возраста более 45–50 лет; чаще используют плотную конструкцию, как для полезащитных насаждений, так и для придорожных и прибалочных. Больше всего по площади отмечено полезащитных лесополос, затем прибалочных и придорожных.

Рисунок 2. Суховершинность робинии ложноакации в ЗЛН, сухостои в переспелых ЗЛН.

Флористический анализ защитных лесополос выявил следующие показатели: число семейств – 44, родов – 134, видов – 179.

Были отмечены более 30 местонахождений 7 редких видов: *Iris pumila, Bellevalia sarmatica, Tulipa schrenkii, Crambe pinnatifida, Linum ucrainicum, Onosma tanaitica, Stipa pulcherrima, Salvia austriaca* (рис. 1В).

Выводы

На настоящее время состояние полезащитных лесополос Мясниковского района можно оценить, как удовлетворительное. Функции, выполняемые ими нарушены, изменены первоначальные состав и структура сообществ. Все, без исключения, насаждения нуждаются в срочных лесохозяйственных мероприятиях: смене поколений, реконструкции, улучшении санитарного состояния и повышения мелиоративной эффективности древостоев лесокультурными и лесоводственными приемами.

Для оптимизации экологической обстановки лесополос необходимо принять ряд мер:

• организовать работу по посадке саженцев в лесополосах из проростков, выросших в самих лесозащитных полосах;

• усилить контроль за выжиганием стерни с полей и сухостоя в лесозащитных лесополосах;

• регулярно проводить рейды по уборке мусора в придорожных лесополосах;

• проводить разъяснительную работу среди населения по сохранению и восстановлению лесополос.

Рисунок 3. Захламление защитных лесополос

Список литературы

1. Агроклиматическое районирование СССР. Москва: Колос, 1967. 335 с.
2. Алисов Б.П. Климат СССР. М., 1956. 145 с.
3. Безуглова О.С., Назаренко О.Г., Ильинская И.Н. Динамика деградации земель в Ростовской области // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26, № 2 (83). С. 10–15.
4. Зозулин Г.М., Пашков Г.Д. Ботанико-географическое районирование степной части бассейна реки Дона в пределах Ростовской и Волгоградской областей // Известия СКНЦ ВШ. Естественные науки. 1974. № 3. С. 38–41.
5. Красная книга Ростовской области: в 2 т. / Изд-е 2-е. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской обл., 2014. Т. 2. Растения и грибы. 344 с.
6. Кулик К.Н., Свинцов И.П. Проблемы защитного лесоразведения в России // Лесные ресурсы. 2009. №2. С. 58–60.
7. Смагина Т.А., Кутилин В.С. Ландшафтоведение: учебное пособие на модульной основе с диагностико-квалиметрическим обеспечением по дисциплине "Ландшафтоведение". Мин-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. автономное образовательное учреждение высш. проф. образования "Южный федеральный ун-т", Геолого-географический фак. – Ростов-на-Дону: изд-во Южного федерального ун-та, 2011. 133 с.
8. Сочава Б.В. Классификация и картографирование высших подразделений растительности Земли // Совр. проблемы географии. М.: Наука, 1964. С. 167–173.
9. Сутягин С.С. Лесное законодательство в дореволюционной России: историческая правопреемственность и эволиция // Юридическая техника. 2011. № 5. С. 458–462.

10. Трусов В.И., Лепехин А.А., Чеканышкин А.С. Опыт лесной мелиорации степных ландшафтов. Воронеж: изд-во «Истоки», 2017. 228 с.
11. Хрусталев Ю. П., Смагина Т. А., Меринов Ю. Н., Кизицкий М. И., Кутилин В. С., Житников В. Г. 2002. Природа, хозяйство и экология Ростовской области. Ростов-на-Дону. 445 с.
12. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.
13. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Aufl. Wien; T. Y., 1964. 865 s.
14. Hennekens S. M. TURBO(VEG). Software package for imput, processing, and presentation of phytosociological data. Users guide. IBN-DLO, University of Lancaster, Lancaster, 1996. 59 p.

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ ВИДОВ РОДА *HEDYSARUM* L. НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Супрун Н.А. [1,2]
[1] Государственное бюджетное учреждение Волгоградской области «Волгоградский региональный ботанический сад», г. Волгоград, Россия
[2] ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», г. Волгоград, Россия
n.suprun@mail.ru

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES AND STRUCTURE OF POPULATIONS OF SPECIES OF THE GENUS *HEDYSARUM* L. IN THE TERRITORY OF THE VOLGOGRAD REGION

Suprun N.A. [1,2]
1Volgograd Regional Botanical Garden, Volgograd, Russia
2Volgograd State Social and Pedagogical University, Volgograd, Russia
n.suprun@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрены основные способы и методы сохранения редких представителей рода *Hedysarum* L. на региональном уровне. Приведены сведения о жизненной форме, онтоморфогенезе, онтогенетической структуре популяций в природе, типе динамики популяций *Hedysarum grandiflorum* Pall., *H. razoumovianum* Fisch. et Helm. и *H. cretaceum* Fisch. К основным видам воздействия на степные фитоценозы и ценопопуляции копеечников в их составе относятся влияние и степень зарастания местообитаний видов, которая и является основным лимитирующим фактором, выпас и прогон скота, степные пожоги, карьерная разработка мела и известняка, сенокошение и рекреация. Изученные популяции имеют достаточное количество генеративных особей, которые и обеспечивают жизнеспособность всех популяций. Особенности жизненной формы и поливариантность онтогенеза у исследуемых видов *Hedysarum* обеспечивают формирование разных путей индивидуального развития особей и оказывают влияние на жизненное состояние особей.

Ключевые слова: Hedysarum, популяция, фитоценоз, онтогенетическая структура; пространственная структура; жизненная стратегия, антропогенные факторы, редкие виды, Волгоградская область.

Abstract. The article discusses the main ways and methods of conservation of rare representatives of the genus *Hedysarum* L. at the regional level. Information about the life form, ontomorphogenesis, ontogenetic structure of populations in nature, the type of population

dynamics of *Hedysarum grandiflorum* Pall., *H. razoumovianum* Fisch. et Helm. and *H. cretaceum* Fisch. The main types of impact on steppe phytocenoses and cenopopulations of kopeechniks in their composition include the influence and degree of overgrowing of species habitats, which is the main limiting factor, grazing and driving of livestock, steppe fires, quarrying of chalk and limestone, haymaking and recreation. The studied populations have a sufficient number of generative individuals, which ensure the viability of all populations. Features of the life form and polyvariance of ontogeny in the studied species of *Hedysarum* provide the formation of different ways of individual development of individuals and affect the vital state of individuals.

Keywords: *Hedysarum*, population, phytocenosis, ontogenetic structure; spatial structure; life strategy, anthropogenic factors, rare species, Volgograd region.

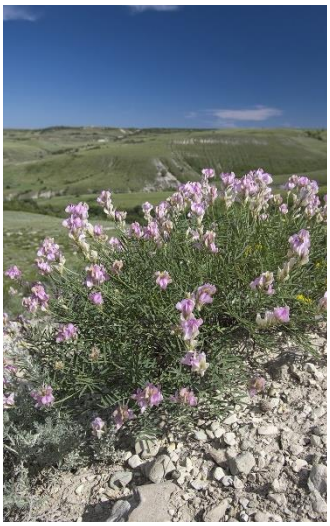
Флора Волгоградской области считается одной из более богатой в европейской части Российской Федерации. Ландшафтное многообразие ареала и общее формирование растительного покрова обозначили высшую долю в составе флоры редких видов растений. В составе флоры более 200 видов, нуждающихся в особых мерах охраны. Они интегрированы в региональную Красной книгу (2017), а 50 из их занесены и в Красной книгу России (2008), что и составляет 25% от общего состава внесенных в нее растений.

По современным оценкам род *Hedysarum* насчитывает от 100 до 285 видов (Choi and Ohashi, 1998, Флора Нижнего Поволжья, 2018). Во флоре бывшего СССР он представлен 90 видами, большинство из которых сосредоточено в Азии. На территории Волгоградской области произрастают 3 вида из данного рода: *H. grandiflorum, H. cretaceum* и *H. rasoumovianum*. Виды являются редкими и занесены в Красную книгу Волгоградской области (2017) и Красную книгу Российской Федерации (2008). Названные виды представляют собой полукустарнички и многолетние травы (рис. 1).

Виды имеют хорошо развитый стержнекорневой корень, сохраняющийся всю жизнь – каудекс (стеблекорень). Вместе с корнем он служит местом отложения запасных веществ, имеет почки возобновления, часть из которых может быть спящими. В центре каудекса за счет разрушения паренхимных тканей может образовываться полость, которая может делить растение в сенильном состоянии на отдельные части – партикулы. Процесс их обособления может быть полным или частичным, но обычно является признаком старения особей. В естественных популяциях партикуляция не приводит к появлению сколько-нибудь значительно омоложенных организмов, но имеет приспособительное значение для растений резко засушливых местообитаний, в частности для ксерофильных полукустарничков. Иногда явление партикуляции связывают с непосредственным воздействием на растения среды, как «патологический процесс отмирания тканей под воздействием суровых условий существования» (Закржевский, Коровин, 1935), когда нередко происходит гибель части надземных побегов. Другие авторы (Игнатьева, 1965), считают, что решающим фактором, стимулирующим развитие партикуляции, является естественный процесс отмирания, который способствует удлинению жизни растений, сохранению функции плодоношения, что немаловажно для длительного существования естественных популяций растений.

Hedysarum grandiflorum
(фото автора)

Hedysarum cretaceum
(фото автора)



Hedysarum razoumovianum
(фото А.В. Попова)

Рисунок 1. Редкие виды рода *Hedysaum* L.

Для изучения и оценки состояния популяций растений большое значение имеют определение онтогенетических состояний слагающих их особей. В течение жизни у копеечников сохраняется стержневой главный корень, поэтому они относятся к группе стержнекорневых травянистых поликарпиков. Изученные виды копеечников — это стержнекорневые гемикриптофиты. Надземные удлиненные ортотропные побеги отмирают у них в конце первого вегетационного периода. Подземные части побегов функционируют как органы возобновления (Гатцук, 1967).

Возрастная структура популяций представляет собой результат внутрипопуляционного распределения особей. По преобладанию той или иной возрастной группы в спектре можно судить об успешности и устойчивости данной популяции в составе сообщества или о критических моментах в её развитии (Жукова, 2001; Карнаухова, 2011).

При возобновлении копеечников динамика ценопопуляций определяется темпами онтогенеза, колебаниями семенной продуктивности и элиминацией виргинильных особей. Для оценки динамичности ценопопуляций нами использовались амплитуда изменений численности, интенсивность отмирания, доля особей, изменивших свое онтогенетическое состояние и амплитуда волн возобновления. Ценопопуляция является в целом жизнеспособной при достаточно большом количестве генеративных особей, обеспечивающих семенное размножение. Тип динамики флуктуационный. Нормальные полночленные ценопопуляции типичны в оптимальных эколого-фитоценотических условиях, что свидетельствует о высокой пластичности копеечников. Заняв место в фитоценозе, они успешно увеличивают свою численность. В дефинитивных популяциях число особей и их соотношение по онтогенетическим периодам достигает равновесия, для них характерна стабильность. В благоприятные годы увеличивается процент проростков, переходящих в другие состояния прегенеративного периода, за счет чего происходит сдвиг онтогенетических спектров влево. Но вскоре число особей приближается к исходному в связи с элиминацией.

Регрессивные ценопопуляции отличаются невысокой численностью и ее сокращением из года в год. При этом особи испытывают сильное воздействие со стороны сопутствующих видов (рис. 2).

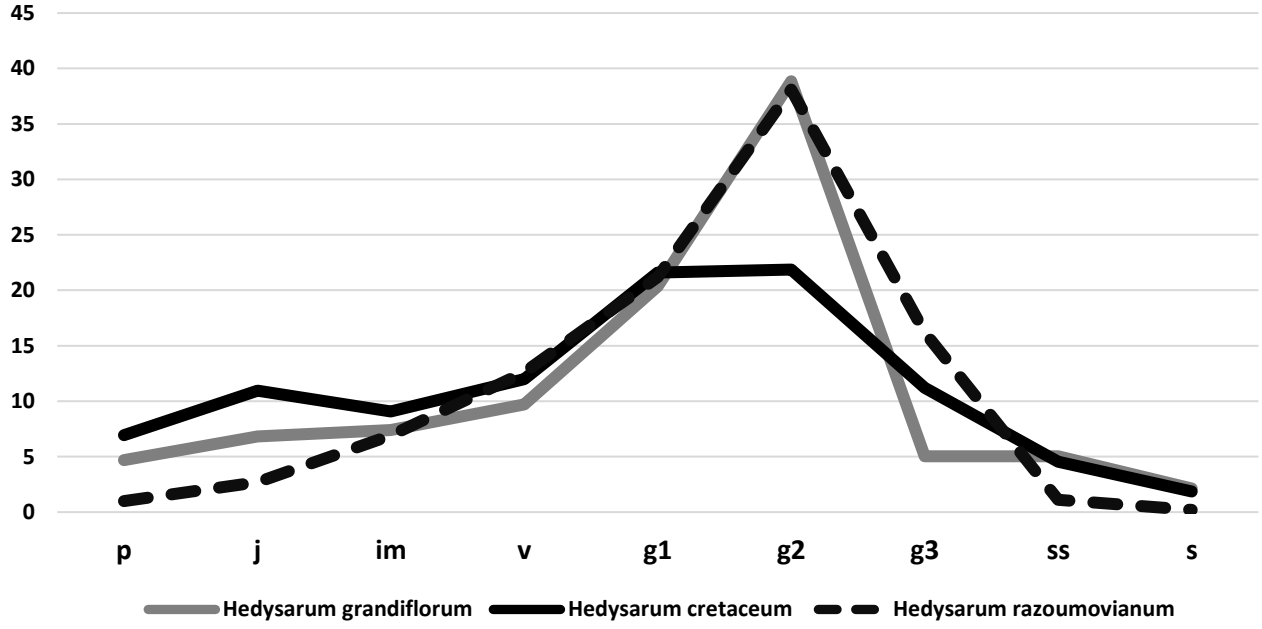


Рисунок 2. Демографическая структура популяций *Hedysarum* L.

В границах Волгоградской области *H. grandiforum* распространен довольно обширно, занимая практически все меловые обнажения рек. Популяции копеечника крупноцветкового на территории Волгоградской области чаще всего взрослые неполночленные с прерывающимся одновершинным центрированным диапазоном с максимумом на взрослых генеративных особях (46%) (Супрун; 2013а). Вид рассеянно встречается в степных и меловых сообществах, практически по всему правобережью Волгоградской области. Большинство обследованных популяций многочисленные, представлены более чем 1000 экземпляров каждая. Популяции *H. grandiflorum* можно обнаружить на верхних частях склонов (69%). Большинство популяций данного вида имеют численность от 100 до 5000 экземпляров. Мониторинговые исследования популяций *Hedysarum cretaceum* показывают стабильное состояние (Супрун, 2013б). Все популяции вида в оптимуме имеют центрированный диапазон, одновершинный, неполночленный, с максимумом на зрелой генеративной фракции (59%). Стареющие обычные неполночленные с прерывающимся одновершинным правосторонним диапазоном с максимумом на старовозрастных генеративных особях (31%) можно наблюдать при значимой антропогенной нагрузке. Часто в популяциях отсутствуют проростки и сенильные особи. Популяции копеечника крупноцветкового и копеечника мелового на территории области, многочисленны и полночленны. Отмечаются практически во всех пунктах, где наблюдаются выходы карбонатных пород.

Природная популяция *H. rasoumovianum* имеет в своей структуре одновершинный характер. Единственная популяция на территории области характеризуется малой площадью особей, которая расположена на территории регионального ООПТ. В стрессовых ситуациях популяция копеечника Разумовского неполночленные с прерывающимся одновершинным правосторонним диапазоном с максимумом на

старовозрастных генеративных экземплярах (39%). Копеечник Разумовского не размножается вегетативным путем и способ самоподдержания только семенной, характеризуется низкой конкурентностью и узкой экологической амплитудой.

Виды копеечников из Волгоградской области в условиях эколого-фитоценотического оптимума формируют высокую конкурентоспособность, удерживают территорию на протяжении многих лет. Некоторые сообщества отмечают наличие только копеечников с незначительным представительством других кальцефильных видов. В малочисленных ценопопуляциях размеры скоплений невелики по сравнению с расстоянием между ними. В промежутках зафиксированы единичные особи или скопления расположены дискретно, отдельных особей между ними нет. Анализ эколого-ценотических стратегий позволил установить, что виды рода *Hedysarum* обладают чертами стресс-толерантов и отчасти виолентов (Родионова, Ильина; 2013).

Базовые онтогенетические диапазоны исследованных видов сходны – они центрированные с максимумом на средневозрастных генеративных растениях. Видовые отличия связаны с критериями произрастания: например, у *H. grandiflorum,* произрастающего в более благоприятных условиях, является видом с более широким распространением. Остальные 2 вида копеечников имеют в онтогенетическом спектре наименьшим пополнением растениями прегенеративного периода. По классификации «дельта–омега» наибольшее многообразие ЦП замечено у *H. grandiflorum*.

Большое количество исследованных популяций разных видов копеечников на территории Волгоградской области определяются с достаточно высокой плотностью и практически полночленным онтогенетическим диапазоном. Положение популяций, по нашим исследованиям, не находится в зависимости от растительности, но связано с антропогенными нагрузками. Не большие нагрузки помогают прорастанию семян и развитию проростков, потому что вызывают разрежение травостоя. При мощных нагрузках плотность популяций понижается.

К основным видам воздействия на степные фитоценозы и ценопопуляции копеечников в их составе относятся выпас и прогон скота, степные пожоги, карьерная разработка мела и известняка, сенокошение и рекреация. Намного реже угнетение ценопопуляций происходит за счет ее внутренних особенностей. Повышенная пастбищная нагрузка оказывает стравливание и засорение степного травостоя, тем самым на пологих склонах грунт уплотняется, нарушается его структура. Главным методом по сохранению видов рода *Hedysarum* L. в природных популяциях считается охрана их локальных популяций.

Список литературы

1. Choi B.H., Ohashi H. Proposal to conserve the name Hedysarum (Leguminosae: Papilionoideae) with a conserved type // Taxon, 1998. Vol. 47. - P. 877.
2. Гатцук Л.Е. Жизненные формы в роде Hedysarum L. и их эволюционные взаимоотношения // Бюлл. МОИП. Отд. биологии. 1967. Т. 72 (3). С. 53–64.
3. Жукова Л.А. Многообразие путей онтогенеза в популяциях растений // Экология. 2001. № 3. - С. 169–176.
4. Закржевский Б.С., Коровин Е.П. Экологические особенности главнейших растений Бет-пак-Дала // Тр. Среднеазиатского гос. университета. Ташкент, 1935. Сер. VIII b, вып. 23. - С. 3-74.
5. Игнатьева И.П. О геофилии у стержнекорневых и кистекорневых травянистых поликарпиков // Бот. журн., 1967. – Т. 52, вып. 7. – С. 944–952.

6. Карнаухова Н.А. Особенности развития видов рода Hedysarum L. (Fabaceae) в Южной Сибири в природе и при интродукции // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. № 44–5. - С. 47-55.
7. Красная книга Волгоградской области / Комитет охраны природы Администрации Волгоградской области. Т. 2. Растения и грибы. — Волгоград: Волгоград. 2017. Т. 2. - 132 с.
8. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / под. ред. Л.В. Бардунова, В.С. Новикова. — Москва, 2008. - С. 237-244.
9. Родионова Г.Н., Ильина В.Н. Популяционные стратегии жизни избранных полукустарничков сем. Бобовые (Fabaceae) в условиях антропогенного пресса // Изв. Самар. НЦРАН. 2013. Т. 15, № 3-2. - С. 776-778.
10. Супрун Н.А. Онтогенез и структура популяций Hedysarum cretaceum Fisch. на территории Волгоградской области // Вестн. Удм. ун-та. 2013б. № 6-1. - С. 33-39.
11. Супрун Н.А. Структура популяций Hedysarum grandiflorum Pall. в Волгоградской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013а. Т. 15. № 3–1. - С. 346-351.
12. Флора Нижнего Поволжья. Том 2, часть 2. Раздельнолепестные двудольные цветковые растения (Crassulaceae – Cornaceae) Отв. Ред. Н.М. Решетникова; Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН. – М.: Товарищетсво научных изданий КМК, 2018. – С. 225.

ВЛИЯНИЕ СОРНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ АГРОЦЕНОЗОВ

Тарик Е. П., Купрюшкин Д. П., Дмитриев П. А., Вардуни Т. В.
Ботанический сад ЮФУ, г. Ростов-на-Дону, Россия
tarik-1994@mail.ru

THE INFLUENCE OF WEED PLANT SPECIES ON THE YIELD OF AGROCENOSES

Tarik E.P., Kupriushkin D. P., Dmitriev P. A., Varduni T. V.
Botanical Garden of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
tarik-1994@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние сорных видов растений на урожайность сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: сорные растения, урожайность, агроценоз.

Abstract. The article examines the influence of weed plant species on crop yields.

Keywords: weeds, yield, agrocenoses.

Сорные растения вместе с культурными образуют агрофитоценозы, в которых доминирующая роль принадлежит культурным растениям. Активно воздействуя соответствующими приемами агротехники на развитие в агрофитоценозе культурных и сорных растений, можно усилить первые и ослабить или полностью уничтожить вторые. При возделывании сельскохозяйственных культур следует ставить целью не полное уничтожение сорняков в агрофитоценозе, а подавление их ценотической роли до такого уровня, когда они не причиняют существенного вреда культурным растениям по урожайности и качеству получаемой продукции (Тишков и др, 2005).

Основными причинами высокой засоренности посевов являются как естественно-биологические свойства сорных растений (повышенная плодовитость и жизнеспособность, устойчивость к мерам борьбы, экологическая пластичность и др.), так и несоблюдение

севооборотов, сроков обработки почвы, посевов, ухода за посевами, посев некондиционными семенами, поступление семян сорной растительности с органическими удобрениями, с поливной водой (Дорожко и др., 2012)

Экономические потери от сорняков сложно определимы. Сюда включены: обслуживание и ремонт техники, дополнительные агротехнические и очистные мероприятия, сроки проведения работ, топливо и др. Недостаточно учитывается приспособляемость сорняков к условиям обработки сельхозугодий. Вследствие чего цены на сельхоз продукцию даже с учетом субсидирования неуклонно растут. (Баздырев, 2004, Баздырев и др. 2015).

Ввиду того, что многие сорняки обладают мощной корневой системой и развиваются быстрее они могут поглощать количество влаги, элементов и солнечного света значительно превышающее потребности культурных растений. Например, на засоренных полях влажность почвы в корнеобитаемом слое снижается на 3-4 % (Заикин В. П.,2008).

Сокращение влаги в почве и её затенение замедляет микробиологические процессы, и соответственно, снабжение питательными элементами культурных растений (Воробьев,1979; Заикин и др., 2009).

Зерно с засоренных полей требует дополнительной очистки и к тому же имеет повышенную влажность, что соответственно осложняет его очистку и хранение. Засоренность продукции семенами, плодами и частями сорных растений достигает 20-30.

Сорные растения причиняют ущерб и приносят значительные убытки сельскому хозяйству, достигающие 10-60% в год. Несмотря на это данные растения оказывают существенное благоприятное влияние в стабилизации почвенных процессов, сохранении влажности и предотвращении эрозии, способствуют накоплению азота, особенно на легких эродированных почвах (Белоус и др., 2015).

Стратегической задачей защиты сельскохозяйственных культур является борьба с сорняками на экономическом пороге вредоносности. В современных условиях особое значение приобретает применение комплексных технологий защиты растений, предполагающих совмещение и гармонизацию схем севооборотов, агротехники и средств химической защиты (Федоров, 2014).

Снижение урожайности зерновых не проявляется при появлении сорняков во второй половине вегетации; также не снижается урожайность кукурузы, при появлении сорняков через 3-4 недели после посева. Яровые зерновые чувствительны к сорнякам через 1,5-2 недели после посева. Интенсификация земледелия приводит к сокращению периодов вегетации культурных растений, а чувствительность культур к сорнякам усиливается в начальные периоды развития и роста. Потери урожайности в посевах озимой пшеницы увеличиваются с возрастанием срока совместного произрастания с сорными растениями (Захаренко, 2000; Абакумов, 2012).

Практика сельскохозяйственного производства и многочисленные исследования показывают, что минимальных значений численности сорняков можно достичь при системе мер:

- профилактические (предупредительные) мероприятия,
- агротехнические (механические) приемы,
- химические и биологические методы борьбы с сорняками (Иванова,2003; Зенькова и др.,2009).

Являясь компонентом агроэкосистем, сорно-полевые сообщества служат индикатором почвенно-гидрологических условий и применяемой агротехники. В результате интенсификации сельского хозяйства и модернизации методов очистки семян наблюдается сокращение (иногда довольно значительное) флористического состава агроценозов. Сегетальные сообщества по своим свойствам близки к сообществам

естественной растительности, однако отличаются более однородным флористическим составом, что связано с нивелированием естественных условий экотопа. Однако до сих пор не накопилось достаточное количество сведений об экологических и биологических особенностях сообществ сегетальной растительности для их достоверной оценки влияния на урожайность.

Список литературы

1. Абакумов Н.И., Бобкова Ю.Л. Влияние основной обработки и гербицида «тризлак» на фитосанитарное состояние посевов, урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Вестник Орел ГАУ. – 2012. Чумаков А.Б. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур / А.Б. Чумаков, Т.И. Захарова. М.: Агропромиздат, 1990. 356 с. – № 4. – С. 26-29.
2. Баздырев Г. И. «Нежелательная растительность и меры борьбы с ней», изд-во «Агропортал. Агропромышленный портал РФ», 2004г.
3. Воробьев С. А. Севообороты интенсивного земледелия. М.: Издательство «Колос», 1979. 368 с.
4. Дорожко Г.Р., Пенчуков В.М., Передериева В.М., Власова О.И. Биологизация земледелия Ставрополья / // Вестник АПК Ставрополья, 2013. - 2 (10). -С. 31-35.
5. Тишков А.А. Биосферные функции природных экосистем России. М.: Наука, 2005, 309 с.
6. Заикин В. П. Защита сельскохозяйственных культур от сорняков агротехническими методами. Княгинино: НГИЭИ, 2008, 33 с.
7. Заикин В. П., Ивенин А. В., Ивенин В. В., Лисина А. Ю. Сорные растения Нижегородской области. Н. Новгород: НГСХА, 2009. 140 с.
8. Захаренко, В.А. Теоретические основы управления сорным компонентом агроценоза в системах земледелия. – М.: Изд-во МСХА, 2000. – 466 с.
9. Зенькова Н.Н, Лукашевич Н.П., Шлапунов В.Н. «Основы ботаники и агрономии», «ИВЦ Минфина», 2009 г.
10. Иванова Н.В. «Борьба с вредителями», Москва, 2003 г.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВЕГЕТАЦИЯ ЕЖЕВИКИ СИЗОЙ (*RUBUS CAESIUS* L.) В УСЛОВИЯХ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Тимофеев А.Н.
Воронежский государственный педагогический университет, Россия
www72@bk.ru

SPATIAL VEGETATION OF BLACKBERRY BLUE (*RUBUS CAESIUS* L.) IN ROADSIDE CONDITIONS

Timofeev A.N.
Voronezh State Pedagogical University, Russia
www72@bk.ru

Аннотация. В работе рассмотрены особенности распространения Ежевики сизой (*Rubus caesius L.*) по придорожным территориям. Автомобильные дороги, внедряясь в лесные экосистемы, привносят новые экологические факторы и изменяют значения имеющихся. В частности, лесные дороги являются своеобразными «световыми коридорами» в лесных массивах, где под пологом леса освещенность имеет меньшие значения, чем на открытой солнцу дорожной территории, проходящей через лес. Ежевика

сизая, как светолюбивый вид, способна проникать вглубь лесных массивов, распространяясь по обочинам лесных дорог или по примыкающим к дорогам территориям. Вегетативно размножаясь поверхностными частями тела, ежевика лесная в наших исследованиях распространялась параллельно дороге по полосе шириной около 2,5 м, ограниченной с одной стороны стеной деревьев лесного массива, а с другой – проезжей частью лесной грунтовой дороги, где движение автомобилей являлось элиминирующим фактором. Продвижение ежевики вдоль дороги происходило со скоростью в среднем 2,3 м/год. В подавляющем большинстве случаев наклон стеблей ежевики сизой с укореняющимися побегами на конце происходил в сторону дороги или вдоль нее. Самыми длинными были наклонные стебли в направлении параллельном дороге. Они же чаще имели по несколько укореняющихся побегов на концах стеблей материнского растения.

Ключевые слова: ежевика сизая; придорожная растительность; растения обочин дорог.

Abstract. The paper considers the features of the distribution of the Blackberry (Rubus caesius L.) along the roadside areas. Motor roads, penetrating into forest ecosystems, introduce new environmental factors and change the values of existing ones. In particular, forest roads are a kind of “light corridors” in forest areas, where illumination under the forest canopy is less important than on a road area open to the sun, passing through the forest. Blackberry forest, as a light-loving species, is able to penetrate deep into forests, spreading along forest roadsides or along roads adjacent to roads. Vegetatively propagating by the surface parts of the body, the forest blackberry in our studies spread parallel to the road along a strip about 2.5 m wide, bounded on one side by a wall of forest trees, and on the other, by the carriageway of a forest dirt road, where car traffic was an eliminating factor. Blackberries moved along the road at an average speed of 2.3 m/year. In the overwhelming majority of cases, the slope of the stems of the forest blackberry with rooting shoots at the end occurred towards the road or along it. The longest were sloping stems in the direction parallel to the road. They often had several rooting shoots at the ends of the stems of the mother plant.

Key words: blackberry; roadside vegetation; roadside plants.

В степной и лесостепной зоне России Ежевика сизая (*Rubus caesius L.*) – обычное, широко распространенное растение, предпочитающее хорошо освещенные участки с плодородной почвой – опушки лесов, просеки, поляны (Турчин, Турчина, 2005). Благодаря вегетативному размножению, она способна в относительно короткие сроки занять значительную территорию, образуя густые локальные заросли. Ее семенному распространению способствуют в основном лесные птицы и некоторые млекопитающие (Мелехов, 1989).

Очень часто кусты ежевики локализуются по обочинам грунтовых дорог, которые пронизывая лесные биогеоценозы, фрагментируют ландшафт, меняя, кроме всего прочего, освещенность на некогда единой лесной территории. Элиминируя растительность верхних ярусов леса, дороги увеличивают количество проникающего до поверхности земли солнечного света, меняя устоявшийся световой режим.

При вегетативном размножении ежевика сизая способна образовывать на длинных побегах, склоняющихся к земле, укореняющиеся почки с развивающимися молодыми побегами (Сенина, 2010). В течение 2012-2021 гг. в лиственных лесах Воронежской области изучалось распространение ежевики сизой вдоль грунтовых автомобильных дорог. Ширина открытой части леса, включающей проезжую часть дороги и прилегающую свободную от древесно-кустарниковых растений территорию, составляла около 30 м. Целью исследований явилось выяснение особенностей пространственной вегетации

ежевики сизой близ автомобильных дорог в лесных экосистемах. Для достижение поставленной цели проводилось ежегодное наблюдение за распространением растений ежевики в конце вегетационного сезона, учитывались новые укоренившиеся побеги и длина ежегодного вектора распространения, проводились замеры расстояния новых укоренившихся побегов от основания стебля материнского растения.

В результате проведенного исследования выяснилось, что растения ежевики сизой от исходной определенной группировки распространялись ежегодно вдоль дороги в среднем на расстояние 2,3 м. Старые стебли растений изгибались, образуя дугу, на конце которой молодой побег, соприкасаясь с землей, укоренялся, образуя новое растение. Примечательно, что почти все материнские растения склоняли свои стебли до земли в противоположную сторону от стены деревьев, т.е. в направлении дороги, или параллельно дорожному вектору, продвигаясь по краю дороги и образуя новые укоренившиеся растения на свободной территории обочины.

С одной стороны, недостаточное количество света под кронами деревьев являлось лимитирующим фактором распространения ежевики под полог леса, с другой – проезжая часть дороги с автомобильным транспортом не позволяла укореняться молодым побегам на ней. Поэтому, узкая полоса шириной около 3,5 м, ограниченная с боков деревьями и грунтовой дорогой, явилась тем хорошо освещенным коридором, условия на котором оказались приемлемыми для жизни ежевики. Рассматривая направления склонения стеблей ежевики, следует отметить, что из 124 экз. обследованных растений 118 экз. имеют наклон стеблей по направлению к дороге или вдоль нее. К лесу наклон стеблей ежевики отмечен у 6 экз. Длина наклонных стеблей ежевики к лесу составляет в среднем 40 см и ни один из них не был укоренен. Стебли, наклоненные в сторону дороги, составляют 72 экз. из 118 экз., укорененных было 51 экз., у остальных – концы стеблей с молодыми побегами на момент учета не доставали до поверхности земли и блокировались густым травяным покровом. Длина стеблей с укорененными побегами составляли в среднем 90 см., с не укорененными – 76 см. Стебли ежевики, имеющие наклон параллельно дорожному вектору, были самые длинные – в среднем 146 см и чаще других имели на концах стеблевых дуг несколько укорененных побегов. Их количество составило 46 экз. из 118 экз.

За 10-летний период от исходной точки растения ежевики при вегетативном поверхностно-наземном размножении продвинулась вдоль дороги на 23 м, т.е. в среднем скорость распространения на лесной территории вдоль дороги в условиях нагорной дубравы составила около 2,3 м/год.

Дорога в отношении сторон света имеет восточно-западную ориентацию. Вектор распространения ежевики начинался от опушечной группировки на западной окраине лесного массива, где дорога входила в лес, и далее вдоль дороги на восток.

Подводя итог проделанной работе, можно сделать следующие обобщения:

Автомобильные дороги, внедряясь в лесные экосистемы, привносят новые экологические факторы и изменяют значения имеющихся. В частности, лесные дороги являются своеобразными «световыми коридорами» в лесных массивах, где под пологом леса освещенность имеет меньшие значения, чем на открытой солнцу дорожной территории, проходящей через лес.

Ежевика сизая, как светолюбивый вид, способна проникать вглубь лесных массивов, распространяясь по обочинам лесных дорог или по примыкающим к дорогам территориям.

Вегетативно размножаясь поверхностными частями тела, ежевика сизая в наших исследованиях распространялась параллельно дороге по полосе шириной около 2,5 м, ограниченной с одной стороны стеной деревьев лесного массива, а с другой – проезжей частью лесной грунтовой дороги, где движение автомобилей являлось элиминирующим

фактором. Продвижение ежевики вдоль дороги происходило со скоростью в среднем 2,3 м/год.

В подавляющем большинстве случаев наклон стеблей ежевики сизой с укореняющимися побегами на конце происходил в сторону дороги или вдоль нее. Самыми длинными были наклонные стебли в направлении параллельном дороге. Они же чаще имели по несколько укореняющихся побегов на концах стеблей материнского растения.

Список литературы

1. Мелехов И.С. Динамическая типология леса – Москва: Агропромиздат, 1989. 320 с.
2. Сенина Э.Г. Опыт интродукции ежевики в лесной зоне западной Сибири // Ботанические сады. Проблемы интродукции. – Томск, 2010. С. 346-349.
3. Турчин, Т.Я., Турчина Т.А. Леса степного Придонья. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 2005. 204 с.

АНАЛИЗ ОРНИТОФАУНЫ ОХРАННОЙ ЗОНЫ ГПБЗ «РОСТОВСКИЙ» ЗА 2020 Г

Тихонов А. В.[1], Килякова В.С.[1,2]

[1] Кафедра зоологии Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, Россия,

[2] Специализированный учебный научный центр Южного федерального округа, г. Ростов-на-Дону, 344090, Россия

shtirl.rsu@list.ru

AVIFAUNAL ANALYSIS OF THE PROTECTION ZONE OF THE NATURE RESERVE «ROSTOVSKY» FOR 2020

A.V. Tikhonov[1], V. S. Kilyakova[1,2]

[1]Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

[2]Specialized Educational Scientific Center of the Southern Federal District, Rostov-on-Don, 344090, Russia

Аннотация. В данной работе приводятся результаты мониторинга орнитофауны охранной зоны государственного природного биосферного заповедника «Ростовский», проведенные в 2020 году. При проведении мониторинговых работ были обследованы следующие территории: окрестности автодороги от пос. Волочаевский до пос. Правобережный; окрестности грунтовой дороги от пос. Правобережный до материковой части Островного участка заповедника (бывший пионерлагерь); окрестности дороги между пос. Правобережным и хут. Рунным; окрестности оз. Лебяжье, Докторского и Солдатского прудов. Выделены отряды, доминирующие по видовому составу и численности в различные сезоны. Данная работа является частью многолетних мониторинговых исследований орнитофауны Манычской долины.

Ключевые слова: заповедник, орнитофауна, охрана природы, мониторинг, ГПБЗ «Ростовский», Манычская долина, Ростовская область, охранная зона.

Abstract. This journal presents the results of monitoring the avifauna of the protective zone of the State natural biosphere reserve «Rostovsky», conducted in 2020. During the monitoring work, the following areas were surveyed: the vicinity of the road from the village. Volochaevsky to the village Pravoberezhny; surroundings of a natural road from the village Pravoberezhny to the mainland part of the Island section of the reserve (former pioneer camp); the vicinity of the road between the village Pravoberezhny and small village Runnyy; the vicinity of the lake Lebyazhye and ponds Doktorskiy and Soldatskiy. The detachments that dominate in terms of

species composition and abundance in different seasons have been identified. This work is a part of long-term monitoring studies of the avifauna of the Valley of Manych.

Keywords: nature reserve, avifauna, nature preservation, monitoring, State natural biosphere reserve «Rostovsky», Valley of Manych, Rostov Region, protective zone.

Заповедник Ростовский, включая охранную зону располагается в Кумо-Манычской долине на юго-востоке Ростовской области. Климат жаркий, засушливый, сумма положительных температур свыше 10 градусов достигает 35000 градусов. Растительность представлена умерено сухой и сухой типчаково-ковыльной, полынно-типчаково-ковыльной пустынной степью (Миноранский, 2003). В долине Маныч-Гудило гнездятся и останавливаются на пролете и кочевках 273 вида птиц, из которых гнездятся свыше 135 видов (Миноранский, 2006). В условиях трансформации ландшафтов, аридизации климата, антропогенного воздействия и природоохранной деятельности заповедника происходит постепенная смена видового разнообразия орнитофауны. Для понимания реального положения дел и своевременной корректировки комплекса природоохранных мер необходимо вести мониторинговые исследования. Ниже представленные данные были собраны в течение 2020 года на территории охранной зоны заповедника «Ростовский». В материалы данной статьи не включены исследования, проводимые на территории смешанной колонии, располагающейся на острове Заливной (Прибрежный).

За 2020 год нами было проведено 5 выездов по охранной зоне заповедника Ростовский. Обследование охранной зоны осуществлялось с автомобиля методом учёта на неограниченной полосе по типовому маршруту: контора заповедника – пос. Правобережный – пионерлагерь – пос. Правобережный – дорога на хут. Рунный – оз. Лебяжье – Докторский пруд – Солдатский пруд. Результаты учётов разбиты по сезонам.

Материалы по орнитофауне охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» собранные зимой 2020 г. (08 – 09.02.20) представлены в таблице 1.

Таблица 1. Список встреченных видов орнитофауны на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» собранные зимой 2020 г. (08 – 09.02.20)

Вид	Латинское название
о. Гусеобразные, или пластинчатоклювые *Anseriformes*	
п/сем-во Гусиные *Anserinae*	
Краснозобая казарка	*Branta ruficollis* (Pall.)
о. Соколообразные, или дневные хищные птицы *Falconiformes*	
сем-во Ястребиные *Accipitridae*	
Полевой лунь	*Circus cyaneus* (L.)
Могильник	*Aquila heliaca* Savigny
Орлан-белохвост	*Haliaeetus albicilla* (L.)
о. Ржанкообразные *Charadriiformes*	
сем-во Чайковые *Laridae*	
Хохотунья	*Larus cachinnans* Pall.
Сизая чайка	*Larus canus* L.
о. Совообразные *Strigiformes*	
сем-во Совиные *Strigidae*	
Сова болотная	*Asio flammeus* (Pontoppidan)

о. Воробьинообразные *Passeriformes*	
сем-во Жаворонковые *Alaudidae*	
Степной жаворонок	*Melanocorypha calandra* (L.)
сем-во Сорокопутовые *Laniidae*	
Серый сорокопут	*Lanius excubitor* L.
сем-во Врановые *Corvidae*	
Сорока	*Pica pica* (L.)
Грач	*Corvus frugilegus* L.
Серая ворона	*Corvus (corone) cornix* L.
сем-во Дроздовые *Turdidae*	
Дрозд-рябинник	*Turdus pilaris* (L.)
сем-во Вьюрковые *Fringillidae*	
Юрок	*Fringilla montifringilla* L.
Щегол	*Carduelis carduelis* (L.)

В результате наблюдений, проводимых зимой 2020 г. (08 – 09.02.20) на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» было зафиксировано 15 видов птиц, входящих в состав 5 отрядов (рисунок 1).

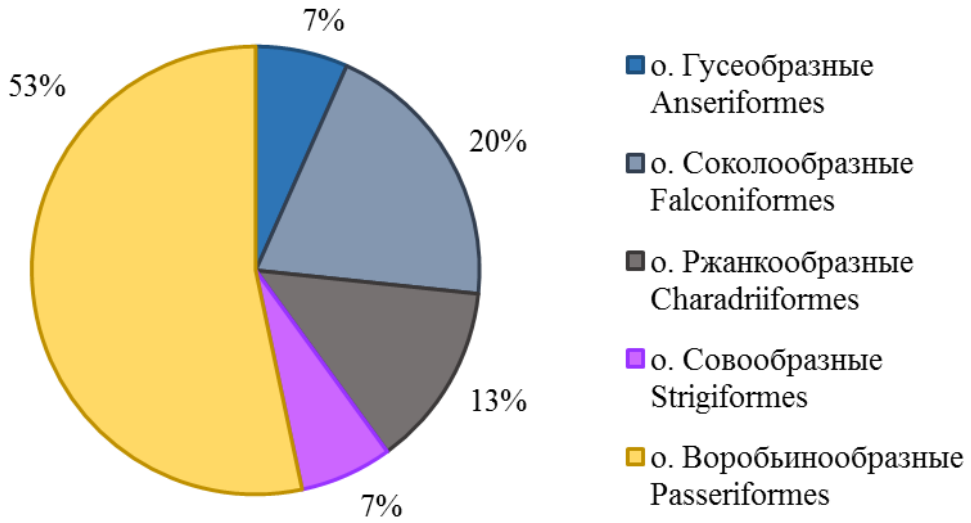


Рисунок 1. Доля различных отрядов в общем видовом составе птиц, встреченных на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» зимой 2020 г. (08 – 09.02.20)

Доминирующим по видовому разнообразию отрядом в данный период были воробьинообразные (53%), примерно одинаковым числом видов представлены отряды соколообразные (20%) и ржанкообразные (13%). Среди видов, занесённых в Красную книгу Ростовской области, по прохождении маршрута были встречены могильник, орлан-белохвост и серый сорокопут.

Материалы по орнитофауне охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» собранные весной 2020 г. (07 – 09.03.20) представлены в таблице 2.

Таблица 2. Список встреченных видов орнитофауны на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» собранные весной 2020 г. (07 – 09.03.20)

Вид	Латинское название
о. Гусеобразные, или пластинчатоклювые *Anseriformes*	
п/сем-во Гусиные *Anserinae*	
Краснозобая казарка	*Branta ruficollis* (Pall.)
Серый гусь	*Anser anser* L.
Лебедь-шипун	*Cygnus olor* (Gmelin)
п/сем-во Утиные *Anatidae*	
Огарь	*Tadorna ferruginea* (Pall.)
Пеганка	*Tadorna tadorna* (L.)
Кряква	*Anas platyrhynchos* L.
Свиязь	*Anas penelope* L.
Красноголовый нырок	*Aythya ferina* (L.)
о. Соколообразные, или дневные хищные птицы *Falconiformes*	
сем-во Ястребиные *Accipitridae*	
Полевой лунь	*Circus cyaneus* (L.)
Луговой лунь	*Circus pygargus* (L.)
Зимняк	*Buteo lagopus* (Pont.)
Курганник	*Buteo rufinus* (Cretzchmar)
Канюк	*Buteo buteo* (L.)
Орлан-белохвост	*Haliaeetus albicilla* (L.)
сем-во Соколиные *Falconidae*	
Обыкновенная пустельга	*Falco tinnunculus* L.
о. Ржанкообразные *Charadriiformes*	
сем. Ржанковые *Charadriidae*	
Чибис	*Vanellus vanellus* (L.)
сем-во Чайковые *Laridae*	
Озёрная чайка	*Larus ridibundus* L.
Хохотунья	*Larus cachinnans* Pall.
Сизая чайка	*Larus canus* L.
о. Голубеобразные *Columbiformes*	
сем-во Голубиные *Columbidae*	
Сизый голубь	*Columba livia* Gmelin
о. Совообразные *Strigiformes*	
сем-во Совиные *Strigidae*	
Сова болотная	*Asio flammeus* (Pontoppidan)
Домовый сыч	*Athene noctua* (Scopoli)
о. Воробьинообразные *Passeriformes*	
сем-во Жаворонковые *Alaudidae*	
Степной жаворонок	*Melanocorypha calandra* (L.)

сем-во Врановые *Corvidae*	
Сорока	*Pica pica* (L.)
Грач	*Corvus frugilegus* L.
Ворон	*Corvus corax* L.
сем-во Дроздовые *Turdidae*	
Черноголовый чекан	*Saxicola rubicola* L.
Дрозд-рябинник	*Turdus pilaris* (L.)
Чёрный дрозд	*Turdus merula* L.
сем-во Синициевые *Paridae*	
Лазоревка	*Parus caeruleus* L.
сем-во Воробьиные *Passeridae*	
Домовый воробей	*Passer domesticus* (L.)
Полевой воробей	*Passer montanus* (L.)
сем-во Вьюрковые *Fringillidae*	
Зяблик	*Fringilla coelebs* L.
сем-во Овсянковые *Emberizidae*	
Просянка	*Miliaria calandra* (L.)
Обыкновенная овсянка	*Emberiza citrinella* L.

В результате наблюдений, проводимых весной 2020 г. (07 – 09.03.20) на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» было зафиксировано 35 видов птиц, входящих в состав 6 отрядов (рисунок 2).

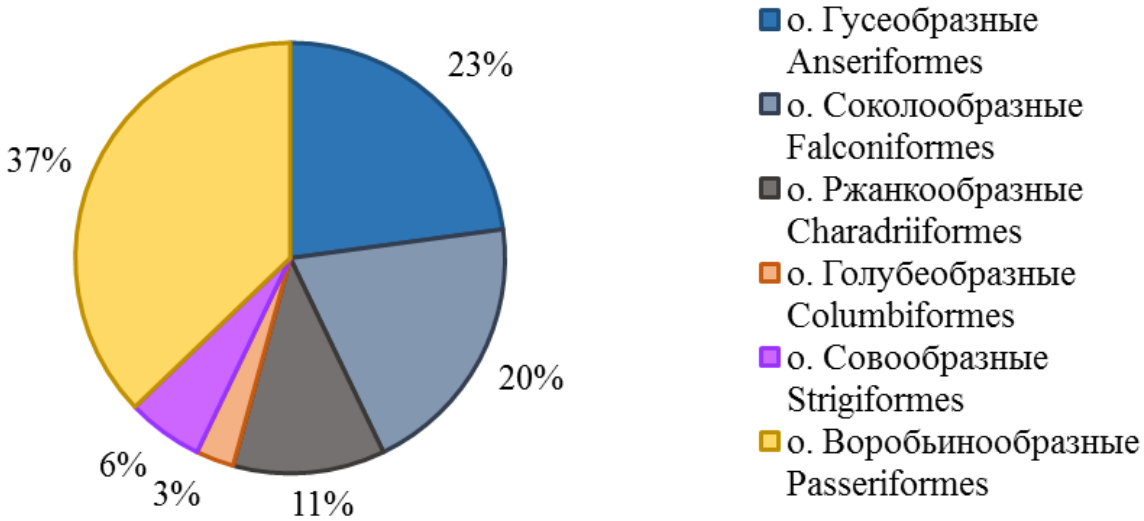


Рисунок 2. Доля различных отрядов в общем видовом составе птиц, встреченных на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» весна 2020 г. (07 – 09.03.20)

Доминирующим по видовому разнообразию отрядом в данный период были воробьинообразные (37%) и гусеобразные (23%). Среди видов, занесённых в Красную книгу Ростовской области, по прохождении маршрута были встречены краснозобая казарка, курганник и орлан-белохвост.

Материалы по орнитофауне охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» собранные летом 2020 г. (20 – 21.06.2020) представлены в таблице 3.

Таблица 3. Список встреченных видов орнитофауны на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» собранные летом 2020 г. (20 – 21.06.2020)

Вид	Латинское название
о. Веслоногие *Pelecaniformes*	
сем-во Пеликановые *Pelecanidae*	
Кудрявый пеликан	*Pelecanus crispus* Bruch
сем-во Баклановые *Phalacrocoracidae*	
Большой баклан	*Phalacrocorax carbo* (L.)
о. Аистообразные, или голенастые *Ciconiiformes*	
сем-во Цаплевые *Ardeidae*	
Серая цапля	*Ardea cinerea* L.
сем-во Ибисовые *Threskiornithidae*	
Колпица	*Platalea leucorodia* L.
о. Гусеобразные, или пластинчатоклювые *Anseriformes*	
п/сем-во Утиные *Anatidae*	
Огарь	*Tadorna ferruginea* (Pall.)
Пеганка	*Tadorna tadorna* (L.)
о. Соколообразные, или дневные хищные птицы *Falconiformes*	
сем-во Ястребиные *Accipitridae*	
Луговой лунь	*Circus pygargus* (L.)
сем-во Соколиные *Falconidae*	
Чеглок	*Falco subbuteo* L.
Кобчик	*Falco vespertinus* L.
о. Журавлеобразные *Gruiformes*	
сем-во Журавлиные *Gruidae*	
Красавка	*Anthropoides virgo* (L.)
сем-во Дрофиные Otididae	
Стрепет	*Tetrax tetrax* (L.)
о. Ржанкообразные *Charadriiformes*	
сем-во Шилоклювковые *Recurvirostridae*	
Шилоклювка	*Recurvirostra avosetta* L.
сем-во Чайковые *Laridae*	
Черноголовая чайка	*Ichthyaetus melanocephalus* Temm.
Морской голубок	*Larus genei* Breme
Хохотунья	*Larus cachinnans* Pall.
Чайконосая крачка	*Gelochelidon nilotica* (Gmelin)
о. Совообразные *Strigiformes*	
сем-во Совиные *Strigidae*	
Сова болотная	*Asio flammeus* (Pontoppidan)
о. Ракшеобразные Coraciiformes	
сем-во Щурковые *Meropidae*	

Золотистая щурка	*Merops apiaster* L.
о. Удодообразные *Upupiformes*	
сем-во Удодовые *Upupidae*	
Удод	*Upupa epops* L.
о. Воробьинообразные *Passeriformes*	
сем-во Ласточковые *Hirundinidae*	
Деревенская ласточка	*Hirundo rustica* (L.)
сем-во Жаворонковые *Alaudidae*	
Степной жаворонок	*Melanocorypha calandra* (L.)
сем-во Сорокопутовые *Laniidae*	
Чернолобый сорокопут	*Lanius minor* Gmelin
сем-во Скворцовые *Sturnidae*	
Розовый скворец	*Sturnus roseus* L.
сем-во Дроздовые *Turdidae*	
Черноголовый чекан	*Saxicola rubicola* L.
Обыкновенная каменка	*Oenanthe oenanthe* L.
сем-во Воробьиные *Passeridae*	
Полевой воробей	*Passer montanus* (L.)
сем-во Овсянковые *Emberizidae*	
Просянка	*Miliaria calandra* (L.)
Черноголовая овсянка	*Emberiza melanocephala* (Scopoli)

В результате наблюдений, проводимых летом 2020 г. (20 – 21.06.2020) на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» было зафиксировано 28 видов птиц, входящих в состав 6 отрядов (рисунок 3).

Доминирующим по видовому разнообразию отрядом в данный период были воробьинообразные (32%) и ржанкообразные (25%), примерно одинаковым числом видов представлены отряды веслоногие (7%), аистообразные (7%), гусеобразные (7%), соколообразные (7%) и журавлеобразные (7%). Среди видов, занесённых в Красную книгу Ростовской области, по прохождении маршрута были встречены пеликан кудрявый, колпица, журавль-красавка, стрепет и шилоклювка.

Материалы по орнитофауне охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» собранные осенью 2020 г. (29.10 – 01.11.20) представлены в таблице 4.

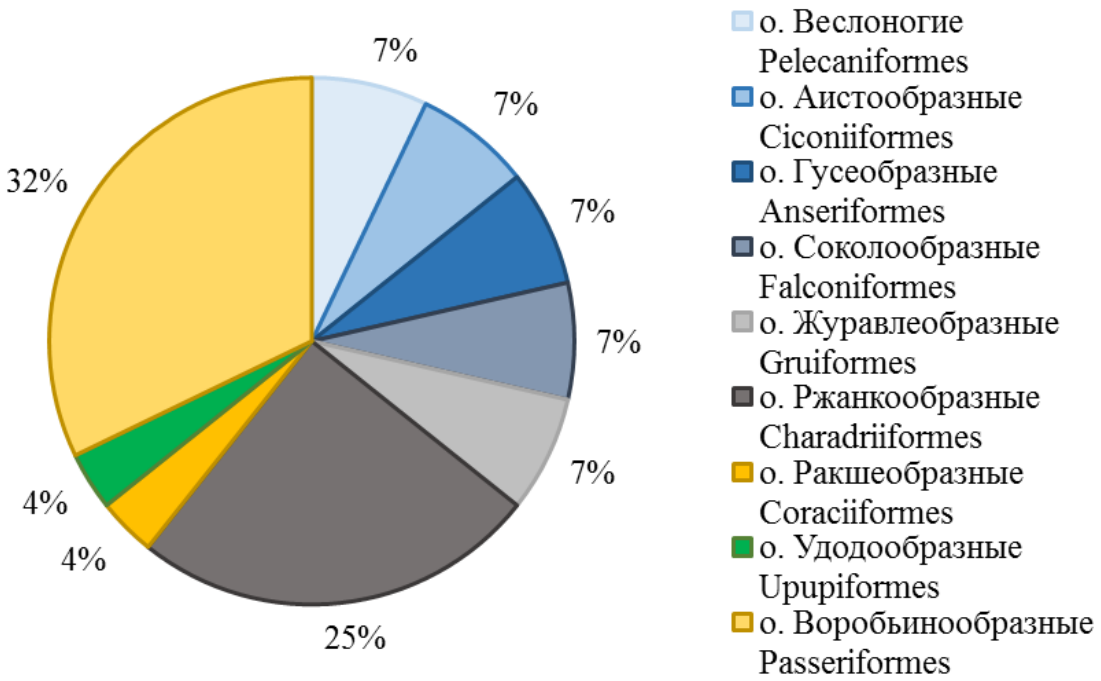


Рисунок 3. Доля различных отрядов в общем видовом составе птиц, встреченных на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» летом 2020 г. (20 – 21.06.2020)

Таблица 4. Список встреченных видов орнитофауны на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» собранные осенью 2020 г. (29.10 – 01.11.20)

Вид	Латинское название
о. Гусеобразные, или пластинчатоклювые *Anseriformes*	
п/сем-во Утиные *Anatidae*	
Пеганка	*Tadorna tadorna* (L.)
Кряква	*Anas platyrhynchos* L.
о. Соколообразные, или дневные хищные птицы *Falconiformes*	
сем-во Ястребиные *Accipitridae*	
Полевой лунь	*Circus cyaneus* (L.)
Курганник	*Buteo rufinus* (Cretzchmar)
Орлан-белохвост	*Haliaeetus albicilla* (L.)
о. Журавлеобразные *Gruiformes*	
сем-во Журавлиные *Gruidae*	
Серый журавль	*Grus grus* (L.)
о. Ржанкообразные *Charadriiformes*	
сем-во Чайковые *Laridae*	
Хохотунья	*Larus cachinnans* Pall.
о. Воробьинообразные *Passeriformes*	
сем-во Жаворонковые *Alaudidae*	
Хохлатый жаворонок	*Galerida cristata* (L.)
Степной жаворонок	*Melanocorypha calandra* (L.)
сем-во Сорокопутовые *Laniidae*	

Серый сорокопут	*Lanius excubitor* L.
сем-во Скворцовые *Sturnidae*	
Обыкновенный скворец	*Sturnus vulgaris* L.
сем-во Врановые *Corvidae*	
Сорока	*Pica pica* (L.)
Серая ворона	*Corvus (corone) cornix* L.
сем-во Дроздовые *Turdidae*	
Обыкновенная каменка	*Oenanthe oenanthe* L.
Дрозд-рябинник	*Turdus pilaris* (L.)
сем-во Воробьиные *Passeridae*	
Полевой воробей	*Passer montanus* (L.)
сем-во Овсянковые *Emberizidae*	
Просянка	*Miliaria calandra* (L.)

В результате наблюдений, проводимых осенью 2020 г. (29.10 – 01.11.20) на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» было зафиксировано 17 видов птиц, входящих в состав 4 отрядов (рисунок 4).

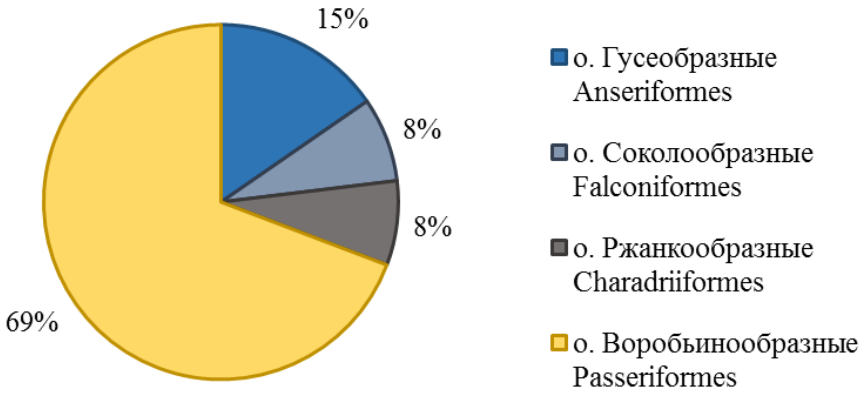


Рисунок 4. Доля различных отрядов в общем видовом составе птиц, встреченных на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» осенью 2020 г. (29.10 – 01.11.20)

Доминирующим по видовому разнообразию отрядом в данный период были воробьинообразные (69%) и гусеобразные (15%), примерно одинаковым числом видов представлены отряды соколообразные (8%) и ржанкообразные (8%). Среди видов, занесённых в Красную книгу Ростовской области, по прохождении маршрута были встречены курганник, орлан-белохвост, серый журавль и серый сорокопут.

Материалы по орнитофауне охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» собранные зимой 2020 г. (06.12.20) представлены в таблице 5.

В результате наблюдений, проводимых зимой 2020 г. (06.12.20) на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» было зафиксировано 6 видов птиц, входящих в состав 5 отрядов (рисунок 5).

Таблица 5. Список встреченных видов орнитофауны на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» собранные зимой 2020 г. (06.12.20)

Вид	Латинское название
о. Гусеобразные, или пластинчатоклювые *Anseriformes*	
п/сем-во Утиные *Anatidae*	
Кряква	*Anas platyrhynchos* L.
о. Соколообразные, или дневные хищные птицы *Falconiformes*	
о. Курообразные *Galliformes*	
сем-во Фазановые *Phasianidae*	
Серая куропатка	*Perdix perdix* (L.)
о. Журавлеобразные *Gruiformes*	
сем-во Дрофиные *Otididae*	
Стрепет	*Tetrax tetrax* (L.)
о. Ржанкообразные *Charadriiformes*	
сем-во Чайковые *Laridae*	
Хохотунья	*Larus cachinnans* Pall.
Сизая чайка	*Larus canus* L.
о. Воробьинообразные *Passeriformes*	
сем-во Жаворонковые *Alaudidae*	
Степной жаворонок	*Melanocorypha calandra* (L.)

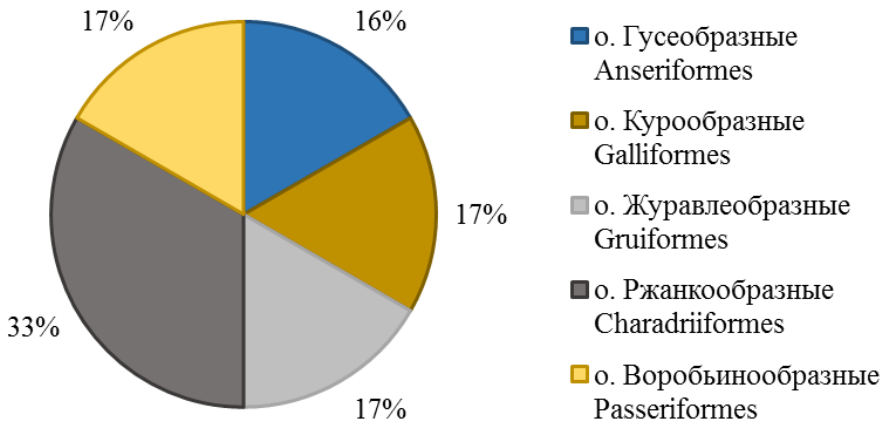


Рисунок 5. Доля различных отрядов в общем видовом составе птиц, встреченных на территории охранной зоны ГПБЗ «Ростовский» зимой 2020 г. (06.12.20)

Доминирующим по видовому разнообразию отрядом в данный период были ржанкообразные (69%), примерно одинаковым числом видов представлены отряды воробьинообразные (17%), гусеобразные (16%), курообразные (17%) и журавлеобразные (17%). Среди видов, занесённых в Красную книгу Ростовской области, по прохождении маршрута был встречен стрепет.

Таким образом зимой по видовому разнообразию доминировали воробьинообразные, на втором месте находились соколообразные и ржанкообразные. Весной и осенью наибольшее видовое разнообразие было отмечено у отрядов воробьинообразные и

гусеобразные, что связано с периодом пролета. Летом помимо воробьинообразных высокое видовое разнообразие было отмечено у отряда ржанкообразных. Среди видов, занесенных в красную книгу Ростовской области, были отмечены: пеликан кудрявый, колпица, серый журавль, журавль-красавка, стрепет, краснозобая казарка, могильник, курганник, орлан-белохвост, шилоклювка и серый сорокопут.

Список литературы

1. Миноранский В.А., Узденов А.М., Подгорная Я.Ю. Птицы озера Маныч-Гудило и прилегающих степей. Ростов-на-Дону. Изд-во ООО «ЦВВР», 2006. 330 с.
2. Миноранский В.А., Чекин А.В. Государственный степной заповедник «Ростовский». Ростов-на-Дону. Изд-во ООО «ЦВВР», 2003. 78 с.

ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ CEPAEA (CAUCASOTACHEA) VINDOBONENSIS FER. НА ЮГО- ВОСТОКЕ АРЕАЛА

Тищенко А.Ю., Снегин Э.А.
Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия
tishchenko_ayu@bsu.edu.ru

PHENOTYPIC VARIABILITY OF CEPAEA (CAUCASOTACHEA) VINDOBONENSIS FER. IN THE NORTH-EASTERN PART OF ITS RANGE

Tishchenko A.Yu., Snegin E.A.
Belgorod National Research University, Belgorod, Russia
tishchenko_ayu@bsu.edu.ru

Аннотация. В работе изучена фенетическая структура популяций наземного моллюска *Cepaea (Caucasotachea) vindobonensis* на юго-восточной границе его естественного ареала. Показано, что в исследованных пунктах преобладают улитки с фенотипами 12345 и 10345. Среднее число фенотипов (μ) и доля редких морф (h) указывают на обедненный фенетический состав. Индекс подразделенности популяций находится на высоком уровне. На долю межпопуляционных различий приходится 45% изменчивости, что отчасти может быть обусловлено стохастическими процессами в краевых популяциях.

Ключевые слова: наземные моллюски, фенетика, полиморфизм, Helicidae, *Cepaea (Caucasotachea) vindobonensis*, популяционная структура.

Abstract. The phenetic structure of populations of the terrestrial mollusk *Cepaea (Caucasotachea) vindobonensis* on the southeastern border of its natural range was studied in this work. It was shown that snails with phenotypes 12345 and 10345 predominate in the studied areas. The average number of phenotypes (μ) and the proportion of rare morphs (h) indicate a depleted phenetic composition. The subdivision index of populations is at a high level. The interpopulation differences account for 45% of the variability, which may partly be due to stochastic processes in the marginal populations.

Keywords: terrestrial mollusks, phenetics, polymorphism, Helicidae, *Cepaea (Caucasotachea) vindobonensis*, population structure.

Важной теоретической задачей на пути понимания механизмов устойчивости биологических систем являются особенности реализации фенетического потенциала в

популяции (Васильев, 2005). В группах с низкой численностью, обитающих на периферии ареала отбор в большей степени действует на приспособленность к факторам, не зависящим от плотности (Mayr, 1965; Ivanter, 2017).

Cepaea (Caucasotachea) vindobonensis (Férussac, 1821) – наземный ксерофильный моллюск, населяющий местообитания степного и лесостепного характера, среди которых наиболее предпочтительными являются сухие кустарники, солнечные холмы и берега рек. Моллюск обладает выраженным полиморфизмом раковины, в связи с чем является удобным объектом для изучения микроэволюционных процессов. Непрерывный ареал простирается от северного Кавказа, Крыма и Балканского полуострова до восточной Австрии, Чехии и Словакии (Шилейко, 1978; Pokryszko et al., 2004; Kajtoch et al., 2017). На территории Белгородской области проходит северо-восточная граница естественного ареала.

Целью данного исследования было изучение особенностей полиморфизма по характеру опоясанности раковин *C. vindobonensis* на границе естественного ареала.

Живые моллюски, а также пустые раковины были собраны в 2020-2021 году из 11 популяций. Номера популяций приведены в таблице 1.

Таблица 1. Пункты сбора *C.vindobonensis*

№ п/п	Популяция	Координаты сбора
1	Макешкино, р. Оскол	50 63′87.95″ с. ш., 37 80′10.88″ в.д.
2	Маслова Пристань	50 45′52.36″ с. ш., 36 73′93.43″ в.д.
3	Козинка	50 47′37.91″ с. ш., 35 59′34.72″ в.д.
4	Новый Оскол	50 74′36.62″ с. ш., 37 88′75.38″ в.д.
5	Белгород, р. Северский Донец	50 59′79.56″ с. ш., 36 61′73.51″ в.д.
6	с. Новоказацкое	50 21′77.12″ с. ш., 38 13′62.99″ в.д.
7	г. Белгород, р. Везелка	50 58′49.03″ с. ш., 36 60′97.35″ в.д.
8	Никитовка	50 37′77.83″ с. ш., 38 39′59.73″ в.д.
9	Яблоново	50 13′22.46″ с. ш., 38 00′34.51″ в.д.
10	Головчино	50 52′24.28″ с. ш., 35 80′56.32″ в.д.
11	Стенки Изгорья	50 40′46.73″ с. ш., 37 48′30.72″ в.д.

Фенотип оценивался по комбинации 5 продольных лент. Каждой ленте сверху вниз присваивали свой номер от одного до пяти, отсутствовавшие ленты обозначали цифрой ноль, слившиеся заключали в скобки (Гураль-Сверлова, Мартынов, 2007). На основе полученных данных рассчитывали среднее число фенотипов, долю редких морф, а также показатель фенетического сходства (Животовский, 1991). Для проведения многомерного дисперсионного (AMOVA) фенотипы раковин переводили в бинарную матрицу.

Частоты фенотипов и показатели фенетического разнообразия представлены в таблице 2.

Согласно полученным данным, среднее число фенотипов (μ) и доля редких морф (h) указывают на обедненный фенетический состав. Например, для популяций из западных районов Украины, среднее число фенотипов варьировало от 2,98 до 3,88. (Снегин, 2011). Разнообразие в исследуемых популяциях представлено в основном двумя фенотипами 12345 и 10345. Вероятно, низкий уровень разнообразия является следствием «эффекта основателя», т.к. указанные популяции обитают на краю ареала. Стоит отметить, что в связи со своим краевым расположением такие популяции имеют меньший запас генетической прочности и обладают повышенной чувствительностью к изменяющимся факторам внешней среды. Известно, что преобладание той или иной морфы отражает условия обитания моллюсков. В открытых и полуоткрытых местообитаниях

слабоокрашенный фенотип встречается чаще, чем в затененных. Редкая встречаемость фенотипов со слившимися лентами (в нашем случае такой фенотип отмечен только в пункте «Козинка»), согласно Гураль-Сверловой и Мартынову (2007), считается характерной для популяций, приуроченных к степной зоне, так как более темная окраска раковины способствует ее большему прогреву.

Таблица 2. Частоты морф и показатели фенетического разнообразия моллюска *C. vindobonensis* в отношении характера опоясанности раковины

Пункты сбора	N	Частоты морф				μ ± Sμ	h
		12345	10345	10045	1(23)45		
Макешкино, р. Оскол	9	0,89	0,11	0	0	1,63±0,26	0,19±0,13
Маслова Пристань	14	0,43	0,57	0	0	1,99±0,04	0,01±0,02
Козинка	16	0,94	0	0	0,06	1,48±0,22	0,26±0,11
Новый Оскол	16	0,38	0,63	0	0	1,97±0,06	0,02±0,03
Белгород, р. Северский Донец	17	0	0,94	0,06	0	1,47±0,21	0,26±0,11
с. Новоказацкое	18	0	1,00	0	0	1,00±0,00	0±0,00
г. Белгород, р. Везелка	24	0,83	0,17	0	0	1,75±0,14	0,13±0,07
Никитовка	25	0,12	0,88	0	0	1,65±0,15	0,18±0,08
Яблоново	26	0,65	0,35	0	0	1,95±0,06	0,02±0,03
Головчино	26	0,92	0,08	0	0	1,53±0,17	0,23±0,08
Стенки Изгорья	28	0,71	0,29	0	0	1,90±0,08	0,05±0,04

Примечание: N – объем выборки, μ – среднее число фенотипов, h – доля редких морф, Sμ, Sh – стандартные ошибки.

Дисперсионный анализ, проведенный на основе бинарных матриц фенотипов (таблица 3) показал, что индекс подразделенности популяций находится на высоком уровне. На долю межпопуляционных различий приходится 45% изменчивости, что отчасти может быть обусловлено стохастическими процессами (дрейф генов, эффект основателя и пр.) в краевых популяциях.

Таблица 3. Результаты анализа дисперсии (AMOVA) фенетических признаков раковины

Источник изменчивости	Число степеней свободы (df)	Сумма квадратов (SS)	Средний квадрат (MS)	Дисперсия (V)	%	Φst	P
Между популяциями	10	26,08	2,61	0,125	45 %	0,45	0,010
Внутри популяций	208	31,24	0,15	0,150	55 %		
Итого	218	57,32		0,28			

Расчетные показатели индекса фенетического сходства (r) представленные в таблице 4, отчасти подтверждают это предположение.

Таблица 4. Показатели фенетического сходства популяций (r) (по Животовскому, 1979)

Пункты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2	0,869									
3	0,913	0,634								
4	0,841	0,999	0,593							
5	0,323	0,733	0,000	0,767						
6	0,333	0,756	0,000	0,791	0,791					
7	0,997	0,906	0,884	0,882	0,396	0,408				
8	0,639	0,936	0,335	0,954	0,910	0,938	0,699			
9	0,958	0,974	0,783	0,960	0,571	0,588	0,978	0,832		
10	0,998	0,839	0,930	0,808	0,269	0,277	0,990	0,593	0,940	
11	0,975	0,957	0,818	0,940	0,519	0,535	0,990	0,794	0,998	0,960

В тоже время, многие популяции имеют небольшие фенетическе дистанции (R≥0,99), таковыми являются группы «Макешкино – г. Белгород, р. Везелка», «Макешкино – Головчино», «Маслова Пристань – Новый Оскол», «г. Белгород, р. Везелка – Головчино», г. Белгород, р. Везелка – Стенки Изгорья» и «Яблоново – Стенки Изгорья», что может быть связано с аналогичными микроклиматическими условиями в этих пунктах обитания и сходными генетическими процессами, протекающими в популяциях. При этом, необходимо учесть, что данные результаты могут быть следствием малого количества проанализированных особей и для более точного понимания популяционной структуры необходимы дальнейшие исследования.

Таким образом, полученные результаты демонстрируют обедненный фенофонд изученных популяций по характеру опоясанности раковин. Микроклиматические условия местообитания вероятно играют одну из важнейших ролей в доминированиии 5-ти или 4-х полосых раковин. Описанные особенности фенетической структуры могут стать основой для дальнейшего мониторинга состояния популяций на границе естественного ареала.

Список литературы

1. Васильев А.Г. Эпигенетические основы фенетики: на пути к популяционной мерономии. Екатеринбург: Академкнига, 2005. 640 с.
2. Гураль-Сверлова Н.В., Мартынов В.В. 2007. Конхологические особенности популяций Cepaea vindobonensis (Gastropoda, Pulmonata, Helicidae) на территории Донецкой области // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона. 2007. Т. 7. С. 85–91.
3. Животовский Л.А. Популяционная биометрия. М.: Наука. 1991. 271 с.
4. Животовский Л.А. Показатель сходства популяций по полиморфным признакам. // Журнал общей биологии. 1979. Т. 40, №4. С. 587–602.
5. Снегин Э. А. Оценка жизнеспособности популяций особо охраняемого вида Cepaea vindobonensis (Mollusca, Gastropoda, Pulmonata) в условиях юга лесостепи Среднерусской Возвышенности// Вестник КрасГАУ. № 11. 2011. С. 142-148.
6. Шилейко А.А. Наземные моллюски надсемейства Helicoidea. Фауна СССР. Т. 3(6). Л.: Наука, 1978. 384 с.
7. Ivanter E.V. Revising the ecological concept of peripheral populations // Russian Journal of Ecology. 2017. Vol. 48(1). P. 81–85. DOI: 10.1134/S1067413617010076.

8. Kajtoch Ł., Davison A., Grindon A., Deli T., Sramkó G., Gwardjan M., Kramarenko S., Mierzwa-Szymkowiak D., Ruta R., Ścibior R., Tóth J.P., Wade C., Kolasa M., Egorov R.V., Fehér Z. Reconstructed historical distribution and phylogeogra- phy unravels non-steppic origin of Caucasotachea vindobonensis (Gastropoda: Helicidae). Organisms Diversity and Evolution. 2017. Vol. 17(3). P. 679–692. DOI: 10.1007/s13127-017-0337-3.
9. Mayr E. Animal Species and Evolution. London: Oxford University Press, 1965. 797 p.
10. Pokryszko B.M., Maltz T.K., Cameron R.A. Cepaea vindobonensis (Férussac, 1821) in the Pieniny Mts // Folia Malacologica. 2004. Vol. 12(3). P. 153–156. DOI: 10.12657/folmal.012.013.

НОВЫЕ МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ ДЛЯ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КРЫМА

Турина Е.Л.
ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,
г. Симферополь, Россия
turina_e@niishk.ru
FSBSI «Research Institute of Agriculture of Crimea»; 150 Kievskaya str., Simferopol, 295493, Russia

NEW OILSEEDS FOR THE STEPPE ZONE OF CRIMEA

Turina E.L.
FSBSI «Research Institute of Agriculture of Crimea»
Simferopol, Russia
turina_e@niishk.ru

Аннотация. Обеспечение продовольственной безопасности для населения мира, которое, по прогнозам, достигнет более 9 миллиардов человек к 2050 году, при одновременном изменении климата, представляет собой основные современные проблемы сельского хозяйства. Одним из ключевых путей повышения продуктивности растениеводства в таких условиях является диверсификация. Целью наших исследований было разработать элементы технологии производства семян новых масличных культур – рыжика озимого, рыжика ярового, сафлора красильного, обеспечивающие наибольшую реализацию биопотенциала продуктивности растений в условиях степной зоны Крыма, а также оценить качество получаемого масла. Установлено, что рыжик озимый – пластичная культура, которая легко адаптировалась в степной зоне. Наибольшая урожайность – 1,32–1,35 т/га была получена при посеве 30 сентября и 15 октября нормами высева 8 млн. шт./га. Рыжик яровой, напротив, даёт низкие урожаи – в среднем 0,20–0,42 т/га. Жирно-кислотный состав масла семян как озимого, так и ярового рыжика характеризуется высоким содержанием линоленовой кислоты, благодаря чему рыжиковое масло может найти применение в качестве функционального пищевого ингредиента. Сафлор красильный – перспективная масличная культура, которая хорошо адаптируется к континентальному климату степной зоны Крыма. Учитывая сокращение поливной воды и аридизацию климата в целом, изучение различных сортов сафлора красильного в Крыму, определенно, имеет перспективу.

Ключевые слова: масличные культуры, *Camelina sylvestris, Camelina sativa, Carthamus tinctorius*, урожайность, масличность, жирно-кислотный состав.

Abstract. In the context of climate change, ensuring food security for the world's growing population that is expected to reach 9 billion by 2050 is the main challenge facing agriculture today. Diversification in these circumstances is one of the ways to increase crop productivity. The

purpose of our research was twofold: develop the cultivation technology elements to produce seeds of oil crops non-typical for the Crimean Peninsula – winter camelina, spring camelina, safflower, which in the best way realize the plant productivity biopotential under conditions of the steppe zone of Crimea; evaluate oil quality of the studied crops. During our studies, we determined that winter camelina is a plastic crop. It easily adapts to the steppe zone. If *Camelina sylvestris* is sown on September 30 and October 15 with a seeding rate of 8 million seeds per ha, the highest yield is obtained (1.32–1.35 t/ha). Spring camelina, on the contrary, is low-yielding. Its yield, on average, is only 0.20–0.42 t/ha. Both winter and spring camelina oils are high in linolenic acid; this makes them useful as a functional food ingredient. *Carthamus tinctorius* is a promising oilseed crop that adapts well to the continental climate of the steppe zone of Crimea. Thus, considering the reduction in irrigation water amount and climate aridization, different safflower varieties study is, obviously, a promising area for the scientists from Crimea.

Keywords: oilseeds, *Camelina sylvestris*, *Camelina sativa*, *Carthamus tinctorius*, yield, oil content, fatty-acid composition

Продовольственная безопасность имеет основополагающее значение для благополучия любого государства. Глобальный спрос на продукты питания растёт и продолжает расти, стимулируемый ростом мирового населения. По прогнозам ученых к 2050 году количество людей на планете достигнет 9,1 миллиарда человек (Mariamenatu A.H. et al., 2021).

Параллельно мировые водные ресурсы становятся все более уязвимыми из-за растущей потребности в воде в результате изменения климата и урбанизации. Согласно оценкам Palma P. с соавторами, уже к 2025 году половина населения мира будет проживать в районах с дефицитом воды.

Разумное использование диверсификации растениеводства, подразумевающее расширение ассортимента сельскохозяйственных культур, может обеспечить производство продукции для пищевых, кормовых, промышленных и других целей, при одновременном сокращении использования удобрений и пестицидов (Messean A. et al., 2021).

Крым в этом отношении не исключение. На полуострове за последние несколько десятилетий сельское хозяйство сосредоточилось на производстве лишь, так называемых, основных культур. Прекращение подачи поливной воды по Северо-Крымскому каналу и аридизация климата привели к ещё большему снижению разнообразия сельскохозяйственных растений в агроландшафтах.

Одним из основных факторов, сдерживающих распространение нетрадиционных масличных культур в Крыму можно назвать недостаточность научной информации и отсутствие исследований в регионе.

В то же время, известно, что величина урожая и его качество являются продуктом сложного взаимодействия между растительными организмами, с особенностями их биологии и почвенно-климатическими условиями среды обитания. Детерминированная растениям способность к образованию в процессе фотосинтеза органического вещества наиболее полно реализуется лишь в том случае, когда условия произрастания соответствуют требованиям их биологии (Николаев Е.В. с соавт., 2001).

Целью наших исследований было разработать элементы технологии производства семян новых масличных культур – рыжика озимого, рыжика ярового, сафлора красильного, обеспечивающие наибольшую реализацию биопотенциала продуктивности растений в условиях степной зоны Крыма, а также оценить качество получаемого масла.

Выбор предмета исследований сводился к следующему. Климат полуострова характеризуется континентальностью и засушливостью. В то же время Крым – наиболее солнечный регион России. Годовая продолжительность солнечного сияния здесь варьирует

в пределах 2180–2470 часов, прихода фотосинтетической активной радиации (ФАР) – 2197–2353 МДж/м^2. Как правило, в таких условиях получают масличное сырье хорошего качества.

Крым относят к зоне рискованного земледелия, поэтому в структуре посевных площадей здесь должны преобладать озимые и зимующие культуры, которые развиваются за счёт осенне-зимних запасов влаги и успевают сформировать до наступления жаркой и сухой погоды. Поэтому одним из предметов исследований стал агроценоз рыжика озимого.

Из яровых культур приоритет должны иметь жаро- и засухоустойчивые растения, которые способны адаптироваться к непростым условиям полуострова. Поскольку рыжик яровой и сафлор в большинстве литературных источников названы одними из таковых (Прахова Т.Я. с соавт., 2020; Гулидова В.А., 2021), было принято решение об изучении этих культур в наших условиях.

Материалы и методы исследований. Полевые опыты с рыжиком озимым (*Camelina sylvestris*), рыжиком яровым (*Camelina sativa*), сафлором красильным (*Carthamus tinctorius*) были заложены на опытом поле ФГБУН «НИИСХ Крыма» в отделении полевых культур в течении 2015–2021 гг.

Почва опытного участка – чернозем южный, слабогумусированный на четвертичных желто-бурых лессовидных легких глинах, типичен для Центральной степи Крыма. В среднем в пахотном слое содержалось подвижного фосфора (по Мачигину) – 5,43 мг/100 г почвы, калия (по Мачигину) – 35 мг/100 г почвы, количество гумуса (по Тюрину) – 2,31–2,36 %.

Планирование, размещение и постановка полевых экспериментов были проведены на основании методики полевого дела Доспехова (1985) и методики проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами (2010). Для характеристики погодных условий за время проведения опытов использовали материалы многолетних наблюдений метеостанции Клепинино (таблицы метеорологических и агрометеорологических сведений ТСХ-8, агрометеорологические обзоры).

Жирнокислотный состав масла масличных культур определяли по ГОСТ 31663-2012 и ГОСТ Р 31665-2012.

Результаты исследований. Установлено, рыжик озимый хорошо адаптируется в степной зоне Крыма и способен формировать удовлетворительную урожайность в широком календарном диапазоне. В среднем за 5 лет исследований, наибольшая урожайность культуры сформировалась при посеве 30 сентября и 15 октября с нормами высева 8 млн.шт./га – 1,32–1,35 т/га.

Наиболее эффективными за 2 года исследований были сорта Пензяк, Барон, Карат, Адамас, урожайность которых была практически на одном уровне –1,27–1,36 т/га (таблица 1).

Таблица 1. Урожайность сортов рыжика озимого в условиях Центральной степи Крыма (2019–2020 гг.)

Сорт	Урожайность, т/га		
	2019	2020	Среднее
Пензяк	1,50	1,10	1,30
Козырь	1,50	0,94	1,22
Барон	1,43	1,11	1,27
Карат	1,47	1,10	1,29
Адамас	1,61	1,10	1,36
Передовик	1,34	0,84	1,09
$НСР_{05}$	0,09	0,05	

Исследования показали, что в условиях 2019 года содержание жира в сортах рыжика озимого в пересчете на сухое вещество варьировало в пределах 39,54–39,09 %, сырого протеина 28,71–30,45 % (таблица 2).

Таблица 2. Основные показатели химического состава семян рыжика озимого в пересчете на сухое вещество, %, 2019

Сорт	Жир	Сырой протеин	Клетчатка	Зола	БЭВ
Пензяк	39,54	28,71	16,76	4,17	10,82
Козырь	39,09	30,45	17,22	4,12	9,12

По данным многолетних исследований, масло семян из рыжика озимого сорта Пензяк, выращенного в Крыму, содержит в своем составе: линоленовой кислоты (С18:3) – 31,54%, линолевой (С18:2) – 19,06%, эйкозеновой (С20:1) – 15,46%, олеиновой (С18:1) – 17,49%, пальмитиновой (С16:0) – 5,44%, эруковой (С22:1) – 2,92%, стеариновой (С18:0) – 2,36 %, миристиновой (С14:0) – 0,05%, арахиновой (С20:0) – 1,60%.

Исходя из жирно-кислотного состава, масло рыжика озимого возможно использовать в различных сферах народного хозяйства, в том числе на пищевые цели и в качестве источника незаменимых омега-3 жирных кислот, которые имеют огромное значение в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонии, болезней глаз, ожирения, а также в обеспечении правильного функционирования человеческого организма (Ratusz K. et al., 2018).

Установлено, что рыжик яровой в условиях степной зоны Крыма даёт низкие урожаи семян – в среднем за 3 года исследований урожайность яровых сортов составила от 0,20 до 0,42 т/га.

Изучение сроков сева рыжика ярового показало, что оптимальным сроком сева является ранний – при первой возможности выхода в поле. При этом формируется в среднем до 0,40 т/га.

В то же время масло рыжика ярового, выращенного в Крыму, также характеризуется высокой пищевой ценностью: содержит линоленовой кислоты (С18:3) – 33,02–37,06%, линолевой (С18:2) – 17,89–19,66%, эйкозеновой (С20:1) – 14,18–15,03%, олеиновой (С18:1) – 14,57–16,57%, пальмитиновой (С16:0) – 4,80–5,10%, эруковой (С22:1) – 3,07–3,25%, стеариновой (С18:0) – 1,91–2,05%, миристиновой (С14:0) – 0,04–0,05%, арахиновой (С20:0) – 1,35–1,61% (таблица 3).

Таблица 3. Состав жирных кислот масла семян сортов рыжика ярового, 2019

Компонент	Кристалл	Омич	Велес	Юбиляр
Миристиновая	0,05	0,05	0,04	0,05
Пальмитиновая	5,10	4,80	4,86	4,86
Пальмитолеиновая	0,09	0,09	0,08	0,09
Стеариновая	2,05	1,91	1,97	1,92
Олеиновая	16,57	15,68	14,57	14,46
Линолевая	19,66	18,36	17,89	18,41
Линоленовая	33,02	35,20	37,06	36,98
Арахиновая	1,52	1,35	1,61	1,52
Эйкозеновая	14,47	15,03	14,46	14,18
Эйкозадиеновая	1,82	1,91	1,77	1,90
Эйкозатриеновая	1,10	1,25	1,25	1,30
Бегеновая	0,36	0,32	0,36	0,34
Эруковая	3,12	3,07	3,25	3,20
Лигноцериновая	0,22	0,20	0,20	0,21
Селахолевая	0,83	0,78	0,64	0,58

Урожайность сортов сафлора красильного за 2 года исследований в среднем составила 0,95–1,15 т/га. В масле сортов сафлора идентифицировано 12 жирных кислот, основными из которых являются линолевая (С18:2) – 78,67–79,62% и олеиновая (С18:1) – 11,04–11,61% (таблица 4).

Таблица 4. Состав жирных кислот масла семян сортов сафлора красильного, 2020

Компонент	Александрит	Волгоградский 15	Заволжский 1	Ершовский 4
Миристиновая	0,11	0,10	0,10	0,10
Пальмитиновая	5,95	5,87	6,17	6,16
Пальмитолеиновая	0,07	0,07	0,07	0,08
Стеариновая	2,07	2,08	2,20	2,03
Олеиновая	11,22	11,04	11,61	11,04
Линолевая	79,37	79,62	78,67	79,43
Линоленовая	0,10	0,10	0,08	0,10
Арахиновая	0,37	0,35	0,36	0,35
Эйкозеновая	0,17	0,17	0,17	0,19
Бегеновая	0,25	0,27	0,27	0,25
Лигноцериновая	0,11	0,12	0,12	0,12
Селахолевая	0,21	0,20	0,18	0,16

Исследование композиции жирных кислот сортов сафлора показало содержание в масле высокой доли линолевой кислоты и отсутствие эруковой. Таким образом, растительное масло сафлора можно использовать на различные цели, в том числе, в пищу.

Поскольку сафлор за 2 года исследований формировал стабильные урожаи маслосемян и зарекомендовал себя как нетребовательная засухоустойчивая культура, считаем необходимым продолжить его изучение.

Выводы

Почвенно-климатические условия степной зоны Крыма позволяют успешно выращивать рыжик озимый на полуострове, что способствует повышению биоразнообразия агрофитоценозов и даёт возможность получать высококачественное растительное масло. Оптимальным сроком посева рыжика озимого в Крыму является период 30 сентября – 15 октября, при котором формируется наибольшая продуктивность семян – 1,32–1,35 т/га.

Рыжик яровой – малопродуктивная культура для Крыма – за 3 года исследований средняя урожайность яровых сортов составила 0,20 до 0,42 т/га.

Урожайность сортов сафлора красильного за 2 года исследований в среднем составила 0,95–1,15 т/га. Поскольку компоненты урожая, качество масла и состав жирных кислот в значительной степени зависят от почвенно-климатических, генетических факторов и элементов технологии выращивания, необходимы дальнейшие исследования с сафлором, чтобы определить оптимальные условия, при котором достигается максимальный урожай высокого качества.

Список литературы

1. Гулидова В. А. Изучение элементов технологии ярового рыжика в лесостепи Центрального Черноземья // Аграрный вестник Урала. 2021. № 2(205). С. 33–40. DOI 10.32417/1997-4868-2021-205-02-33-40.
2. Николаев Е.В., Изотов А.М. Пшеница в Крыму. Симферополь: СОНАТ, 2001. 288 с.
3. Прахова Т.Я., Кшникаткина А.Н., Щанин А.А. Сафлор красильный в условиях Пензенской области // Инновационные технологии в АПК: теория и практика:

Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летнему юбилею А.Н. Кшникаткиной, доктора сельскохозяйственных, наук, профессора, Заслуженного работника сельского хозяйства РФ, Пенза, 18–19 марта 2020 года. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. С. 134–136.
4. Mariamenatu A.H., Abdu E.M. Overconsumption of Omega-6 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) versus deficiency of Omega-3 PUFAs in modern-day diets: The disturbing factor for their «Balanced Antagonistic Metabolic Functions» in the human body // Journal of Lipids. 2021. 8848161. DOI: 10.1155/2021/8848161
5. Messean A., Viguier L., Paresys L., Aubertot J.N., Canali S., Iannetta P., Justes E., Karley A., Keillor B., Kemper L., Muel F., Pancino B., Stilmant D., Watson C., Willer H., Zornoza R. Enabling crop diversification to support Transitions Toward More sustainable European Agrifood Systems // Frontiers of Agricultural Science and Engineering. 2021. Vol.8. No.3. P.474–480. DOI 10.15302/J-FASE-2021406
6. Palma P., Fialho S., Alvarenga P., Santos C., Brás T., Palma G. Membranes technology used in water treatment: chemical, microbiological and ecotoxicological analysis // Science of the Total Environment. 2016. Vol.568. P. 998–1009.
7. Ratusz K., Symoniuk E., Wroniak M., Rudzińska M. Bioactive compounds, nutritional quality and oxidative stability of cold-pressed Camelina (Camelina sativa L.) oils // Applied Sciences-Basel. 2018. Vol.8. No.12. 2606. https://doi.org/10.3390/app8122606

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЭКОСИСТЕМЫ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ИЛИ (НА ПРИМЕРЕ УРОЧИЩА КЕРБУЛАК И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ) И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АРБУСКУЛЯРНЫХ МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ

[1]Фалеев Д.Г., [2]Юрков А.П., [3]Веселкин Д.В., [4]Фалеев Е.Г.
[1]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан.
[2]ФГБНУ ВНИИСХМ, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Россия.
[3]Институт экологии растений и животных, Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург, Россия.
[4]ТОО «НПО Экологии и защиты растений», г. Алматы, Казахстан.

Большая часть территорий Казахстана (>70%) характеризуется аридными условиями, что отрицательно сказывается на устойчивости экосистем, способствуя их деградации в случае нерационального использования (механического повреждения растительного и почвенного покрова в результате различных типов техногенного воздействия, перевыпаса, развитию засоления и т.д.) и затрудняет проведение мероприятий рекультивации и восстановления антропогенно нарушенных земель [1-3]. Для повышения устойчивости как отдельных растений, так и растительных сообществ, а также экосистем в целом необходимо всестороннее изучение разнообразных связей в экосистемах, особенно мутуалистических симбиозов, в частности микориз арбускулярного типа [4,5].

Арбускулярные микоризные грибы (АМГ) играют важную роль в жизнедеятельности и устойчивости как отдельных растений, так и растительных сообществ аридных территорий. Повышают ростовые параметры микоризных растений и их устойчивость к различным неблагоприятным условиям окружающей среды: недостатку влаги и питательных элементов, засолению и загрязнению почв веществами антропогенного происхождения, и т.д. [6, 7].

Урочище Кербулак расположено на правом берегу р. Или (каз. Иле), ниже по течению реки от Капчагайского водохранилища, на территории Алматинской области (Юго-

Восточный Казахстан). Урочище находится в зоне полупустыни (пустынной степи). В связи с экстремальными условиями окружающей среды, такими как недостаток влаги, засоление почв, оказывающими неблагоприятное воздействие на большую часть растений, экосистемы сильно зависят от водного питания реки и питаемых ею почвенных вод [8, 9]. Поэтому, сохранение уникального и вместе с тем весьма хрупкого, порой балансирующего на грани выживания, растительного и животного мира поймы реки Или и прилегающих территорий приобретает особую актуальность. Особую остроту этой проблеме придает тот факт, что этот район является базовым для ведения сельского хозяйства. Поэтому, исследование различных факторов антропогенного воздействия на экосистемы тугайных лесов и прилегающих к ним полупустынных пространств имеет большое теоретическое и прикладное значение.

Основными факторами антропогенной трансформации тугайной растительности поймы р. Или, надпойменных террас и прилегающих к ним обширных полупустынных пространств являются: зарегулирование стока, перевыпас скота, пожары, интенсивное рекреационное воздействие (таблица 1) [8, 9].

Воздействие каждого из описанных факторов ведет к деградации и уничтожению растительного и почвенного покрова, развитию овражной эрозии, засолению почв, загрязнению почв веществами антропогенного происхождения: тяжелыми металлами, гербицидами, удобрениями и т.д., что в конечном итоге способно привести к полному уничтожению хрупких экосистем [9].

Таблица 1. Основные факторы антропогенной трансформации растительности поймы р. Или, прилегающих к ним обширных сухостепных пространств и способы их рекультивации с использованием АМГ

Тип антропогенного воздействия	Площадь нарушений (в пределах тестового полигона 591722 м^2 2000×~350 м) площадь м^2 / % [9]	Причины нарушений	Способы устранения нарушений	Перспективы рекультивации с помощью АМГ
Зарегулирование стока	184009,7 м2 / 31,1 %	Снижение уровня грунтовых вод, недостаток влаги, ослабление и гибель древесно кустарниковой растительности тугайных лесов.	-	Мониторинг интенсивности микоризной инфекции, внесение инокулюма АМГ, при необходимости посев микоризных растений с целью создания высокомикотрофных очагов микоризации, повышения устойчивости

				растений к различным неблагоприятным факторам окружающей среды.
Хозяйственная деятельность	88287,6 м^2 / 14,9 % - грунтовые дороги (6,8 %), скотопрогонные участки с высокой степенью повреждения. Перевыпас (с различной степенью повреждения растительного, почвенного покровов) достигает 90 – 100 % территорий.	Перевыпас скота, механическое повреждение растительного и почвенного покровов, развитие эрозии (ветровой, овражной), распашка, загрязнение почв и вод минеральными и удобрениями, ядохимикатами.	Регулирование выпаса скота. Внедрение экологичных методов, в частности органического земледелия.	Мониторинг интенсивности микоризной инфекции, внесение инокулюма АМГ на пахотных угодьях, на пастбищах - внесение инокулюма АМГ и посев микоризных растений с целью создания высокомикотрофных очагов микоризации
Пирогенный фактор	110392,7 м^2 / 18,7 %	Пожары, гибель растений и семян, повреждение верхнего слоя почвы.	Профилактика возникновения, мониторинг и ликвидация возникающих пожаров.	Для ускорения восстановления растительного покрова внесение инокулюма АМГ с подсевом трав и высадкой древесно-кустарниковой растительности.
интенсивное рекреационное воздействие	Стихийные свалки – 25 м^2, кострища – 20 м^2: всего <<1%. Дороги грунтовые 40331,9 м^2, 6,8 %.	Повреждение растительного и почвенного покровов, вытаптывание, дорожная дегрессия, кострища, угроза возникновения пожаров, мусор.	Проведение разъяснительной работы, регулирование.	

Воздействию данных факторов могут быть подвержены значительные площади (таблица 1). Даже такой вид антропогенного воздействия, как дорожная дегрессия может занимать порядка 6,8 % территории. Гари - 18,7 %, а перевыпас скота практически повсеместный, хотя могут быть различия в степени воздействия [9].

Отрицательная динамика в деградации растительного покрова прослеживается на протяжении всего периода наблюдений - с 2005 г., как тугайной древесно-кустарниковой растительности, так и травянистой растительности возвышающихся над рекой полупустынных участков: существенно снижается видовое разнообразие, доля в проективном покрытии многолетних растений, имеющих более развитую корневую систему, появляются участки с низким проективным покрытием или вовсе лишенные растительности в следствие перевыпаса скота, на местах стойбищ (которые периодически сменяются), новых участках грунтовых дорог. Восстановление нарушенных участков происходит крайне медленно, в отдельных случаях развиваются процессы эрозии почв и грунта [9].

Факторы антропогенного воздействия связаны между собой и оказывают комплексное влияние на растительный и почвенный покров тугаев и прилегающих территорий, приводя к существенной его деградации. В отдельных случаях порядка 30% площади растительного и почвенного покрова поймы реки были существенно повреждены. Так, например, на месте гарей скот повреждает новые проростки травянистой и кустарниковой растительности существенно осложняя и затягивая процесс восстановления растительного покрова. Дорожная дегрессия приводит к повреждению как растительного, так и почвенного покрова, в отдельных случаях под воздействием ветра и воды приводит к развитию овражной эрозии. В создавшейся ситуации велик риск полного уничтожения тугайной и степной растительности, являющейся убежищем для многих видов животных, имеющих большое значение для жизнедеятельности людей [9].

Очевидно, что сохранение экосистем нижнего течения Или возможно в случае принятия комплекса мер направленных как на административное регулирование хозяйственной и рекреационной деятельности, так и на проведение разъяснительной работы среди местного населения и отдыхающих. Необходимо дальнейшее всестороннее исследование данных экосистем, с целью выявления механизмов процессов их жизнедеятельности с целью выработки рекомендаций и разработки биотехнологий охраны и рационального использования, в частности с использованием АМГ.

Использование грибов микоризообразователей является весьма перспективным для разработки биотехнологий, направленных на восстановление плодородия почв и повышение продуктивности растений. Такие технологии имеют большое практическое и теоретическое значение, и могут найти самое широкое применение в сельском хозяйстве, экологической биотехнологии и т.д. Вместе с тем, разработка технологий в данном направлении достаточно трудоемка, так как функционирование системы «растение – гриб-микоризообразователь» зависит от многих факторов: таксономической принадлежности гриба-микоризообразователя, растения-хозяина, свойств почвенного покрова (влажности, *pH*, концентрации гуминовых кислот, химического состава и др.), структуры растительного сообщества и т.п. [4-7].

Разработки, проводимые в области биотехнологий восстановления плодородия почв и повышения продуктивности растений с использованием микоризных растений и грибов, образующих арбускулярную микоризу (АМ), можно поделить на 5 основных этапов.

1. Исследование в природных условиях АМ с целью выявления наиболее перспективных видов микоризных растений, грибов образующих микоризы арбускулярного типа для создания наиболее устойчивых и продуктивных систем «растение-хозяин – гриб-микоризообразователь»:

– исследование интенсивности АМ инфекции растений ключевых природных экосистем нижнего течения р. Или;

– изучение АМ растений, произрастающих на территориях, подверженных антропогенному воздействию с деградированным почвенным и растительным покровом;

– выявление растений с наибольшими показателями микотрофности, а также, сохраняющих микотрофность при существенной степени деградации почвенного и растительного покрова;

– исследование видового и количественного состава спор АМ грибов ключевых природных экосистем нижнего течения р. Или.

2. Выведение в чистую культуру видов грибов-микоризообразователей наиболее устойчивых к деградации почвенного и растительного покрова:

– изучение видового и количественного состава спор АМ грибов, произрастающих на территориях, подверженных деградации почвенного и растительного покрова;

– выявление видов АМ грибов наиболее устойчивых к деградации почвенного и растительного покрова;

– выделение в чистую культуру устойчивых к деградации растительного и почвенного покрова видов грибов-микоризообразователей.

3. Проведение лабораторных экспериментов с целью подбора наиболее оптимальных (рентабельных) систем «растение-хозяин – гриб-микоризообразователь» для восстановления плодородия почв и повышения продуктивности растений в аридных условиях:

– создание физиологически активных штаммов АМ грибов;

– проведение лабораторных модельных экспериментов по выявлению роли АМ грибов в жизнедеятельности различных видов растений в условиях неплодородных почвогрунтов с использованием культурных растений и дикорастущих представителей флоры;

– подбор наиболее оптимальных, эффективных и рентабельных ассоциативных систем «растение-хозяин – гриб-микоризообразователь» для восстановления плодородия почв и повышения продуктивности растений в условиях лабораторных опытов.

4. Апробация разработанных в лабораторных условиях биотехнологий восстановления плодородия почв и повышения продуктивности растений с использованием систем «растение-хозяин – гриб-микоризообразователь» в природных условиях:

– испытание выявленных микосимбиотичеких систем в природных условиях, с целью выявления наиболее эффективных и рентабельных;

– масштабирование с целью проведения испытаний и оптимизации биотехнологий восстановления плодородия почв и повышения продуктивности растений с использованием систем «растение-хозяин – гриб-микоризообразователь».

5. Внедрение разработанных биотехнологий восстановления плодородия почв и повышения продуктивности растений с использованием системы «растение-хозяин – гриб-микоризообразователь»:

– разработка эффективного и малозатратного биотехнологического способа получения препаратов на основе АМ грибов, необходимых для растениеводства, на основе создания системы «растение-хозяин – гриб-микоризообразователь» с высокой продуцирующей способностью;

– полупромышленные и промышленные испытания созданного препарата.

Исследования арбускулярных микоризных грибов травянистых растений урочища Кербулак и его окрестностей проводятся научными сотрудниками НИИ проблем экологии и преподавателями, специалистами и студентами кафедры ботаники КазНУ им. аль-Фараби с 2002 г. (Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г., Фалеев Е.Г., Тимошенко В., Сапашева М., Абидкулова К.Т., Касымбеков А.Б., Перова И.А., Нурмухамбетова Б.Е. и др.) [10-16].

Для изучения микотрофизма собирались по 5 – 10 экземпляров корневой системы каждого вида растения, фиксировались в 4% растворе формалина. Затем, корни

мацерировались в 10%-ном растворе КОН и окрашивались трипановым синим в лакто-глицерине [17]. После окрашивания корни промывались и готовились давленные препараты, которые микроскопировались при увеличении 120$^{\times}$ на микроскопе Carl Zeiss Jena (ГДР). В каждом поле зрения определялось количество гриба микоризообразователя в баллах – по пятибалльной шкале (от 0 до 5 баллов), затем подсчитывали количество высоко- (более 3,5 баллов), средне- (2-3,5 балла), слабо- (до 2 баллов) и немикотрофных экземпляров в процентах (микосимбиотический ряд дифференциации) [4].

В настоящее время исследован 41 вид травянистых растений относящихся к 30 родам и 20 семействам. У 65% исследованных видов были выявлены грибы АМ (Таблица 2).

Полученные данные по соотношению микоризных и немикоризных растений урочища Кербулак и его окрестностей в целом сопоставимы с данными других авторов. В частности, ранее другими исследователями показана высокая доля микоризных растений (до 89 %) в степной и лесостепной зонах [18], количество микоризных растений в пустынях заметно ниже (61 %) [19-21], очевидно более низкие показатели количества микоризных растений в пустынных и полупустынных областях связаны с аридными условиями произрастания растений [4, 5].

Исследование образцов корней травянистых растений позволило выявить структуры характерные для микориз арбускулярного типа (несептированный мицелий, арбускулы и везикулы) у представителей таких семейств как бобовые (*Fabaceae*), сложноцветные (*Asteraceae*), злаки (*Poaceae*), подорожниковые (*Plantaginaceae*), губоцветные (*Lamiaceae*), лилейные (*Liliaceae*), ирисовые (*Iridaceae*), луковые (*Alliaceae*).

Обычно микоризные растения были слабо микотрофными (до 2 баллов из 5), иногда средне микотрофными (2-3,5 балла). Наибольшая степень микотрофности исследованных нами растений выявлена у представителей семейств подорожниковых (*Plantago major* L.), бобовых (*Melilotus albus* Desr., *Trigonella orthoceras* Kar.et Kir., *Trifolium repens* L.), губоцветных (*Mentha aquatica* L.) и сложноцветных (*Taraxacum officinale* Wigg., *Artemisia nitrosa* Web., *A. terrae-albae* Krasch.) – в пределах 2-3,5 баллов. Необходимо отметить, что эти растения большей частью приурочены к тугайной растительности поймы и их средние показатели интенсивности микоризной инфекции могут быть обусловлены более благоприятными условиями увлажнения.

Исследованные представители семейства злаков обладали обычно слабой интенсивностью микоризной инфекции, либо были немикотрофными. Наибольшая интенсивность инфекции встречалась, у многолетних злаков, таких как *Agropyron repens, Stipa capillata* и *Stipa sp., Aeluropus litorales* (Zouan.) Parl., которая в отдельных случаях достигала 1 балла. При этом в образцах корневых систем солероса прибрежницы солончаковой (*Aeluropus litorales*) в отдельных случаях интенсивность микоризной инфекции достигала в среднем 2 и даже 3 баллов, что указывает на устойчивость АМГ к данному типу (сульфатного [22]) засоления. Кроме того, все образцы корневых систем многолетних злаков имели АМ, выраженную в той или иной степени – частота встречаемости микоризной инфекции составила 100% Что, судя по всему, обусловлено более развитой корневой системой. В то время, как у одно-, двулетних злаков, являющихся по сути эфемероидами с коротким периодом вегетации, корневая система поверхностная, слабо развитая.

У однолетних злаков (*Poa bulbosa* L., *Bromus tectorum* L. *Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski., *E. orientale* (L.) Jaub. et Spach., *E. hirsutum* (Bertol.) Nevski.) большинство исследованных растений были немикоризными – частота встречаемости микоризной инфекции 10,2 %, остальные экземпляры были слабомикотрофными [23]. Однолетние представители семейства злаков являлись по сути факультативными микотрофами.

В образцах корней полу погруженных, прибрежных злаков *Phragmites communis* Trin. структуры характерные для микориз арбускулярного типа не выявлены.

Таблица 2. Наличие микоризной инфекции арбускулярного типа у некоторых травянистых растений урочища Кербулак и его окрестностей

Семейство	Вид	Наличие микоризной инфекции
Fabaceae	Melilotus albus Desr. - донник белый	+ / ++
	Glycyrrhisa glabra L. - солодка голая	+ / ++
	Trigonella orthoceras Kar.et Kir. - пажитник пряморогий	+ / ++
	Trifolium repens L. - клевер ползучий	+ / ++
Plantaginaceae	Plantago major L. – Подорожник большой	+ / ++
Asteraceae	Taraxacum officinale Wigg. - одуванчик обыкновенный	+ / ++
	Taraxacum sp.	+ / ++
	Artemisia terrae-albae Krasch. - полынь белоземельная	+
	Artemisia scoparia Waldst. et Kit. - полынь метельчатая	+
Alliaceae	Allium alberti Rgl. - лук Альберта	+ / ++
	Allium iliense Rgl. - лук илийский	+ / ++
Liliaceae	Tulipa behmiana Regel - тюльпан Бема	+ / ++
	Tulipa alberti Regel - тюльпан Альберта	+ / ++
Iridaceae	Iris iliensis Poljak. - касатик (ирис) илийский	+
Lamiaceae	Marrubium vulgare L. - шандра обыкновенная	+
	Mentha aquatica L. - мята водяная	+ / ++
Poaceae	Agropyron repens (L.) Beauv - пырей ползучий	+ / ++
	Aeluropus litoralis (Gouan) Parl. - прибрежница солончаковая	++
	Stipa capillata L. - ковыль волосатик	+
	Eremopyrum triticeum (Gaertn.)Nevski. - мортук пшеничный	+ / -
	Eremopyrum hirsutum (Bertol.) Nevski. - мортук мохнатый	+ / -
	Eremopyrum orientale (L.) Jaub. et Spach. - мортук восточный	+ / -
	Eremopyrum buonapartis (Spreng.) Nevski. - мортук Бонапарта	+ / -
	Poa bulbosa L. - мятлик луковичный	+ / -
	Poa sp. - мятлик	+ / -
	Bromus tectorum L. - костер кровельный	+ / -

	Phragmites communis Trin. - тростник обыкновенный	-
Cannabaceae	Cannabis ruderalis Janisch. - конопля сорная	- (+)
Poligonaceae	Poligonum aviculare L. - Горец птичий	-
Ranunculaceae	Ceratocephalus orthoceras DC. - Рогоглавник прямороги й	-
Typhaceae	Typha sp. - рогоз	-
Brassicaceae	Descurainia sophia (L.) Schur. - дескурайния София	-
	Alyssum dasycarpum Steph. - бурачок пушистоплодный	-
	Alyssum desertorum Stapf. - бурачок пустынный	-
Chenopodiaceae	Atriplex tatarica L. - лебеда татарская	-
	Kochia prostrata (L.) Schrad. - кохия простертая	-
	Ceratocarpus arenarius L. - рогач песчаный	-
	Ceratocarpus utriculosus Bluk. - рогач сумчатый	-
Cyperaceae	Carex supina Willd. - осока приземистая	-
	Carex sp.	-
Papaveraceae	Papaver pavoninum Schrenk. - мак павлиний	-

+++ - высокомикотрофные (более 3,5 баллов); ++ - среднемикотрофные (2-3,5 балла); + - слабомикотрофные (до 2 баллов); - - немикоризные; (+) – микотрофные крайне редко.

Структуры характерные для АМ грибов не обнаружены в образцах корневых систем представителей семейств рогозовых (*Typhaceae*), осоковых (*Cyperaceae*), крестоцветных (*Brassicaceae*), гречишных (*Poligonaceae*), бурачниковых (*Chenopodiaceae*), маковых (*Papaveraceae*), лютиковых (*Ranunculaceae*) и коноплевых (*Cannabaceae*), однако в коре корня некоторых экземпляров (*Poligonum aviculare* L., *Descurainia sophia* (L.) Schur., *Alyssum dasycarpum* Steph., *Alyssum desertorum* Stapf., *Atriplex tatarica* L., *Kochia prostrata* (L.) Schrad.) были выявлены микоризоподобные структуры: септированный мицелий и / или везикулы.

Проведенные исследования микосимбиотрофизма растений *Cannabis ruderalis* Janisch (конопля сорная) на территории г. Алматы и в растительных сообществах урочища Кербулак и его окрестностей показали, что данный вид растения в природе является немикоризным видом. Однако, в одном из растительных сообществ (конопляно-дурнишниково-полынном) выявлены экземпляры конопли сорной со структурами характерными для микоризной инфекции. Немикоризные экземпляры выявлены не были. Возможно, наличие структур АМ гриба в коре корня этих растений, обусловлено суровыми условиями произрастания данной популяции растений. Растительное сообщество, в котором были выявлены микотрофные растения *Cannabis ruderalis* характеризуется низкой степенью проективного покрытия (15-20 %), обусловленной перевыпасом скота и аридными условиями произрастания [24].

На широкое распространение АМГ в данном районе исследований также указывает тот факт, что во всех исследованных растительных сообществах выявлены десятки и сотни спор грибов микоризообразователей из расчета на килограм сухой массы почвы [15]. Споры грибов выделяли методом влажного просеивания, с использованием сита с размером ячеек 100, 150, 200, 250, 500 мкм. Споры извлекали с использованием препаровальной иглы с плоским кончиком под бинокулярным микроскопом МБС-10 [25].

Растения с наибольшей степенью микотрофности семейств *Fabaceae, Plantaginaceae, Asteraceae, Alliaceae, Liliaceae, Iridaceae, Lamiaceae,* а также многолетние злаки, могут быть рекомендованы как наиболее перспективные при разработке биотехнологий рекультивации и восстановления нарушенных земель с использованием АМГ.

Такие факультативные микотрофы, как однолетние злаки могут найти применение в фитоиндикации в качестве одного из показателей состояния растительных сообществ в условиях антропогенного воздействия: степени повреждения и перспективности восстановления растительных сообществ с применением АМГ. Факультативные микотрофы, а также немикоризные эфемеры и эфемероиды могут быть использованы в качестве растений-пионеров для закрепления подвижных грунтов песчаного и супесчаного типа, формирования первичных растительных сообществ в аридных условиях.

Особую актуальность приобретает проведение исследований видового состава АМ грибов. Выявления и выделения в чистую культуру грибов наиболее распространенных в полупустынных условиях произрастания и устойчивых к аридному климату.

Имеются данные о возможности эффективного использования инокулюма АМ грибов в аридных условиях в агроэкосистемах. Исследование симбиотической эффективности АМ гриба на яровой твердой пшенице, возделываемой в условиях сухостепной зоны Приуралья, показало, что микоризация инокулюмом *Glomus intraradices* (согласно новой систематике переименован в *Rhizophagus irregularis*) может способствовать повышению некоторых показателей продуктивности в условиях выращивания на темно-каштановой почве без внесения удобрений [26].

Изучение действие инокуляции АМ грибом *Glomus intraradices* на показатели продуктивности яровой и озимой пшеницы выявило достоверное влияние микосимбионта на рост пшеницы в условиях дефицита влаги в почве. При этом повышению урожая озимой пшеницы способствовал подсев люцерны хмелевидной – *Medicago lupulina* [27], что показало повышение эффективности использования инокулянта на основе АМ гриба при совместном использовании растений, в частности при использовании высоко-, среднемикотрофных симбионтов, коими и являются представители семейства бобовых. Такие данные могут найти применение при разработке биотехнологий рекультивации и восстановления нарушенных земель в аридных условиях.

Данные по изучению видового разнообразия АМ грибов необходимо дополнять методами их молекулярно-генетической идентификации. Так, широко известным тестовым видом АМ гриба во многих исследованиях растительно-микробных взаимодействий являлся вид *Glomus intraradices*, штаммы которого в настоящее время попадают в два вида: *Rhizophagus irregularis* и *R. intraradices*. Два основных тестовых штамма коллекции ВНИИСХМ были отнесены по морфологическим признакам к *G. intraradices*. Молекулярно-генетическая идентификация АМГ успешно проводится в ФГБНУ ВНИИСХМ с 2018 г. [28].

Очевидно, что наиболее перспективными для разработки биотехнологий получения и внедрения биопрепаратов на основе АМ грибов являются эврибионтные виды, имеющие широкое распространение и обладающие наибольшей устойчивостью к различным неблагоприятным условиям окружающей среды. Важным аспектом выделения, идентификации, культивирования различных штаммов АМ грибов для создания новых

биотехнологий культивирования растений, рекультивации и восстановления нарушенных земель и экосистем в аридных условиях является исследование аборигенных видов сухостепных, полупустынных и пустынных территорий, в частности урочища Кербулак и его окрестностей, как наиболее адаптированных к недостатку влаги и питательных элементов, засолению почв.

Таким образом, АМ грибы, несмотря на недостаток влаги и питательных элементов, антропогенные нагрузки (в первую очередь механическое повреждение почвы, перевыпас), встречаются в образцах корневых систем подавляющего большинства (65 %) растений, повышая в той или иной степени устойчивость микоризных растений к неблагоприятным условиям окружающей среды. Есть положительные результаты опытов с использованием инокулянтов на основе АМ грибов в условиях сухостепной зоны Западного Казахстана. Такие данные показывают перспективность проведения дальнейших исследований АМ грибов с целью разработки биотехнологий сохранения, рекультивации и восстановления нарушенных экосистем аридных территорий Юго-Восточного Казахстана.

Список литературы

1. Канаева Р. Или-Балхашский бассейн: проблемы и перспективы устойчивого развития. ЭКВАТЭК –2004, часть 1. - С. 39-40.
2. Будникова Т. и др. Ландшафтно-экологическая оценка Или-Балхашского региона. // Проблемы освоения пустынь. – 2001. - №2. - С. 19-26.
3. Веселкин Д.В., Куприянов А.Н., Манаков Ю.А. Соотношение растений различного микоризного статуса при зарастании отвалов. // Сибирский экологический журнал. – 2014. - № 3. – С. 389-396.
4. Селиванов И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. - М., Наука, 1981. - 177 С.
5. Смит С.Э., Рид Д.Дж. Микоризный симбиоз. – М.: Изд. "КМК", 2012. - 776 с.
6. Sharma A.K., Johri B.N. Arbuscular Mycorrhizae Interactions in Plants, Rizosphere and Soils. - Plymouth: Science Publichers UK, 2002. – 363 p.
7. Peterson L.R., Massicotte B., Lewis H.M. Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology – Ottava, National Research Council of Canada, 2004. – 173 p.
8. Плисак Р.П. Изменение растительности дельты р. Или при зарегулировании стока. – Алма-Ата: «Наука» КазССР, 1981. – 216 с.
9. Фалеев Д.Г., Абидкулова К.Т. Антропогенное воздействие на экосистему тугаев нижнего течения реки Или (на примере урочища Кербулак и его окрестностей). Сохранение биоразнообразия и устойчивое использование водно болотных угодий: Сборник материалов международной научно-практической конференции 11-13 мая 2011г. – Алматы – Астана, 2011. С. 160-167.
10. Касымбеков Б.К., Абидкулова К.Т., Фалеев Д.Г. Интенсивность микоризной инфекции Aeluropus litoralis (Gouan) Parl. Развитие ботанической науки в Центральной Азии и ее интеграция в производство. Материалы Международной научной конф., посвящ. 70-летию научно-производстенного центра «Ботаника» АН Респ. Узбекистан. 16-17 сентября 2004г. Ташкент. С. 273-274.
11. Фалеев Д.Г., Кулахметова З. Арбускулярная микориза доминантов и ингредиентов растительных сообществ урочища Кербулак. Мир науки: Тезисы 1-го Международного конгресса студентов и молодых ученых (24-26 апреля 2007 г., г. Алматы). Алматы – 2007. С. 72-73.
12. Фалеев Д.Г., Касымбеков Б.К., Фалеев Е.Г. Интенсивность микоризной инфекции злаков предгорий и горной части Заилийского Алатау. Актуальные проблемы

экологии и природопользования в Казахстане и сопредельных территориях. Материалы Междунар. науч.-практич. конф. Т.1 (Павлодар 23-24 октября 2007г.). Павлодар – 2007. - С. 247-249.
13. Фалеев Д.Г. Микосимбиотрофизм эфемеров и эфемероидов семейства Poaceae среднего течения реки Или (урочище Кербулак). Тезисы 2-ого Междунар. конгресса студентов и молодых ученых «Мир науки» (28-29 апреля 2008г., г. Алматы) - Алматы, КазНУ им. аль-Фараби, 2008, С. 140-142.
14. Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г., Богуспаев К.К., Абидкулова К.Т. Влияние микосимбиотрофизма на некоторые показатели жизнедеятельности популяции Aeluropus litoralis (Gouan.) Parl. нижнего течения реки Или Биоразнообразие и устойчивое развитие природы и общества: Материалы международной научно-практической конференции. Казахский национальный университет имени аль-Фараби, 12-13 мая 2009 года. – Алматы: Қазақ университеті, 2009. Ч.1. С. 202-204.
15. Перова И.А., Фалеев Д.Г., Ишангалиева С.С., Нурмухамбетова Б.Е. Влияние влажности пчвы на количество спор эндомикоризных грибов правобережья нижнего течения р. Или (урочище Кербулак). Тезисы 1 Междунар. конф. студ. и мол. ученых «Мир науки». Казахский национальный университет имени аль-Фараби, 19-21 апреля 2010 г. - Алматы: КазНУ им. аль-Фараби, 2010. –С. 62-63.
16. Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г. Количественный состав спор эндомикоризных грибов нижнего течения реки Или (урочище Кербулак) // Вестник КазНУ, серия экологическая. №2/2, (38), 2013г. - С. 179-183.
17. Phillips J.M., Hayman D.S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhyzal fungi for rapid assessment of infection. Trans. Br. mycol. Soc. - 1970, v.55, P. 158 – 161.
18. Исследования микофлоры УССР и микоризы степной зоны Украины. //Автореф. дисс. д-ра биол. наук. Киев. 1965. 46 С.
19. Елеусенова Н.Г. Микориза растений в биогеоценозах северных пустынь Казахстана. //микроорганизм как компонент биогеоценоза. //Тез. докл. «Мат-лы Всес. симпозиума. Алма-Ата, 27-29 сент. 1982». Алма-Ата. 1982. С. 164-166.
20. Селиванов И.А., Елеусенова Н.Г. О сезонной динамике микоризообра-зования пустынных растений. //Микол. и фитопатол. 1975. 9. №6. С. 473-476.
21. Селиванов И.А., Гольдштейн Л.Е. Краткие итоги и основные задачи ис-следований микотрофности растений в пустынной зоне. //В кн.: «Мате-риалы по физиологии и экологии растений Средней Азии». Ташкент. 1966. С. 91-94.
22. Боровский В.М. Формирование засоленных почв и галогеохимические провинции Казахстана. - Алма-Ата: Наука, 1982. – 256 с.
23. Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г., Абидкулова К.Т. Интенсивность микоризной инфекции злаковых правобережья нижнего течения реки Или. Вестник КазНУ, серия биологическая. №1, (40), 2009 г. С. 23-28.
24. Касымбеков Б.К., Фалеев Д.Г. Арбускулярная микориза ассоциированная с Cannabis ruderalis Janisch предгорий Заилийского Алатау. // Вестник КазНУ, серия экологическая. №1/1, (40), 2014г. С. 281-285.
25. Gerdemann J.W., Nicolson J.H. Spores of mycorrhyzal Endogone species ex-tracted from soil by wet sieving and decanting. // Trans. Brit. mycol. Soc. - 1963. Vol. 46. - P. 235-244.
26. Сергалиев Н.Х., Юрков А.П., Тлепов А.С., Джапаров Р.Ш., Володин М.А., Аменова Р.К. Влияние гриба арбускулярной микоризы Glomus intraradices на продуктивность яровой твердой пшеницы на темно-каштановой почве в условиях сухостепной зоны Приуралья // Новости науки Казахстана. – 2013. - №3 (117). – С. 149-154.

27. Юрков А.П., Степанова Г.В., Якоби Л.М., Кожемяков А.П., Сергалиев Н.Х., Аменова Р.К., Джапаров Р.Ш., Володин М.А., Тлепов А.С., Баймуканов Е.Н. Продуктивность яровой и озимой пшеницы при использовании гриба арбускулярной микоризы Glomus intraradices в условиях дефицита влаги // Кормопроизводство. – 2012. - № 11. – С. 18-20.
28. Крюков А.А., Юрков А.П. Оптимизация процедуры молекулярно-генетической идентификации грибов арбускулярной микоризы в симбиотическую фазу на примере двух близкородственных штаммов // Микология и фитопатология. – 2018. – Т. 52, вып. 1. – С. 38-48.

ОБЗОР КОЛЛЕКЦИИ РОДА *STIPA* L. (POACEAE (R. BR.) BARNH.) В ГЕРБАРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА (RWBG)

Шишлова Ж.Н., Шмараева А.Н., Макарова Л.И., Матецкая А.Ю.
Ботанический сад Южного федерального университета
shishlova@sfedu.ru

REVIEW OF THE COLLECTION OF THE GENUS *STIPA* L. (POACEAE (R. BR.) BARNH.) IN THE HERBARIUM OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY (RWBG)

Shishlova Zh.N., Shmaraeva A.N., Makarova L.I., Matetskaya A.Yu.
Botanical Garden of the Southern Federal University
shishlova@sfedu.ru

Аннотация. В 2022 году Гербарию Ботанического сада Южного федерального университета (RWBG) исполняется 30 лет. Современный гербарный фонд RWBG содержит более 70000 образцов. Гербарий имеет 4 отдела – 1) гербарий сосудистых растений Ростовской области; 2) гербарий интродуцентов из коллекций Ботанического сада ЮФУ; 3) гербарий природной флоры Ботанического сада ЮФУ; 4) гербарий сосудистых растений Государственного природного биосферного заповедника «Ростовский». В Гербарии Ботанического сада хранится 1038 образцов 12 видов рода *Stipa* L., собранных на территории Ростовской области. В гербарной коллекции представлены образцы всех известных в области видов рода *Stipa*, за исключением *Stipa cretacea* P. Smirn. Наибольшим количеством образцов представлены *Stipa ucrainica* P. Smirn. (238 шт.), *Stipa pulcherrima* K. Koch (162 шт.), *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. (111 шт.), *Stipa capillata* L. (104 шт.), *Stipa pennata* L. s. str. (99 шт.), *Stipa brauneri* (Pacz.) Klokov (93 шт.). В результате ревизии гербарных фондов из *Stipa lessingiana* был выделен *Stipa brauneri*, который отсутствует в сводке «Флора Нижнего Дона», но приводится другими источниками для Нижнего Дона. *Stipa brauneri* относительно широко распространён на территории Ростовской области, при этом основная часть его нижнедонского ареала находится на Ергенинской возвышенности.

Ключевые слова: Гербарий RWBG, Ботанический сад Южного федерального университета, ревизия, Ростовская область, *Stipa* L.

Abstract. The Herbarium of the Botanical Garden of the Southern Federal University (RWBG) turns 30 years old in 2022. The modern RWBG herbarium collection contains more than 70 000 specimens. The herbarium has 4 sections – 1) herbarium of vascular plants of the Rostov region; 2) herbarium of introduced species from the collections of the Botanical Garden of SFedU; 3) herbarium of natural flora of the SFedU Botanical Garden; 4) herbarium of vascular plants of the State Natural Biosphere Reserve «Rostovsky». The Herbarium of the Botanical Garden

contains 1038 specimens of 12 species of the genus Stipa L., collected on the territory of the Rostov region. The herbarium collection contains samples of all species of the genus Stipa known in the region, with the exception of *Stipa cretacea* P. Smirn. Species represented by the largest number of specimens *Stipa ucrainica* P. Smirn. (238 pcs.), *Stipa pulcherrima* K. Koch (162 pcs.), *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr. (111 pcs.), *Stipa capillata* L. (104 pcs.), *Stipa pennata* L. s. str. (99 pcs.), *Stipa brauneri* (Pacz.) Klokov (93 pcs.). As a result of the revision of herbarium collections, *Stipa brauneri* was isolated from *Stipa lessingiana*, which is absent in the report «Flora of the Lower Don», but is given by other sources for the Lower Don. *Stipa brauneri* is relatively widespread on the territory of the Rostov region, while the main part of its Lower Don area is located on the Ergeninskaya Upland.

Keywords: Herbarium RWBG, Botanical Garden of the Southern Federal University, revision, Rostov Region, *Stipa* L.

В 2022 году Гербарию Ботанического сада Южного федерального университета исполняется 30 лет; официально он введён в структуру Ботанического сада в 1992 году, в 2003 году Гербарий был зарегистрирован в международной базе данных Index Herbariorum под названием RWBG.

Современный гербарный фонд RWBG содержит более 70 000 образцов. Гербарий имеет 4 отдела – 1) гербарий сосудистых растений Ростовской области; 2) гербарий интродуцентов из коллекций Ботанического сада ЮФУ; 3) гербарий природной флоры Ботанического сада ЮФУ; 4) гербарий сосудистых растений Государственного природного биосферного заповедника «Ростовский». Ежегодное пополнение коллекции составляет более 1500 единиц, особое внимание при сборе образцов уделяется редким и исчезающим видам, включённым в Красную книгу Ростовской области (2014), а также флоре особо охраняемых природных территорий Ростовской области (Шишлова, Шмараева, 2015, 2020).

Для оперативного использования большого объёма содержащейся в гербарии информации была разработана и активно используется информационная система (ИС) FLOROST. Система позволяет произвольно манипулировать заданными параметрами в различных комбинациях, получая соответствующий текстовый отчёт (Дагалдьян и др., 2002; Шишлова и др., 2014). В 2016 г. база данных была зарегистрирована Роспатентом (рег. номер 2016620113) (Шишлова, Шмараева, 2020). База данных содержит значительный объём современной таксономической, флористической, географической, природоохранной, экономической информации, которая активно используется в научных исследованиях и образовательном процессе.

По мере увеличения объёма гербарной коллекции возникла необходимость проведения её ревизии, которая позволила бы уточнить систематическую принадлежность ряда видов, количественный состав фондов, а также качественное состояние образцов различных групп растений, в частности, отдельных родов.

По результатам проведённой в 2021–2022 гг. инвентаризации коллекции рода *Stipa* L. (ковыль) установлено, что в коллекционном фонде RWBG хранится 1038 образцов, относящихся к 12 видам ковыля (таблица). В таблице приводится количество образцов и места их сбора – ботанико-географические (Федяева, 2002) и административные районы Ростовской области.

Таблица. Объём гербарной коллекции рода *Stipa* L. (RWBG), 2022 г.

№ п/п	*Латинское название вида	Русское название вида	Кол-во образ-цов, шт.	Ботанико-географический район (рисунок)	Административный район
	**Stipa adoxa* Klok. et Ossycznjuk	Ковыль незаметный	1	Приазовский	Куйбышевский
	**Stipa borysthenica* Klok. ex Prokud.	Ковыль днепровский	55	Долина Нижнего Дона Донецкий кряж Доно-Сальский Доно-Чирский Калитвенский Приазовский	Азовский Боковский Ботанический сад ЮФУ Миллеровский Ремонтненский Усть-Донецкий Цимлянский
	Stipa brauneri (Pacz.) Klokov	Ковыль Браунера	93	Азово-Егорлыкский Долина Маныча Доно-Сальский Доно-Чирский Ергенинская возвышенность Калитвенский Приазовский	Боковский Весёловский Дубовский Заветинский Зимовниковский Каменский Матвеево-Курганский Миллеровский Мясниковский Октябрьский Орловский Ремонтненский Родионово-Несветайский Усть-Донецкий
	Stipa capillata L.	Ковыль волосовид-ный	104	Азово-Егорлыкский Долина Маныча Долина Нижнего Дона Донецкий кряж Доно-Сальский Доно-Чирский Калачская возвышенность Калитвенский Приазовский Среднедонской	Белокалитвинский Боковский Ботанический сад ЮФУ Верхнедонской Каменский Константиновский Красносулинский Куйбышевский Матвеево-Курганский Зерноградский Милютинский Мясниковский Неклиновский Обливский

№ п/п	*Латинское название вида	Русское название вида	Кол-во образ-цов, шт.	Ботанико-географический район (рисунок)	Административный район
					Октябрьский Орловский Пролетарский Ремонтненский Родионово-Несветайский Ростов-на-Дону (окраина) Тарасовский Тацинский Усть-Донецкий Цимлянский Чертковский
	Stipa dasyphylla (Lindem.) Czern. ex Trautv.	Ковыль опушённо-листный	51	Донецкий кряж Доно-Чирский Калитвенский Приазовский Среднедонской	Боковский Каменский Красносулинский Миллеровский Усть-Донецкий Чертковский Шолоховский
	Stipa lessingiana Trin. et Rupr.	Ковыль Лессинга	111	Азово-Егорлыкский Долина Нижнего Дона Донецкий кряж Доно-Сальский Доно-Чирский Ергенинская возвышенность Калитвенский Приазовский Среднедонской	Азовский Белокалитвинский Ботанический сад ЮФУ Весёловский Заветинский Зерноградский Каменский Константиновский Красносулинский Куйбышевский Матвеево-Курганский Мясниковский Октябрьский Орловский Пролетарский Родионово-Несветайский Сальский Тацинский Усть-Донецкий Целинский Цимлянский

№ п/п	*Латинское название вида	Русское название вида	Кол-во образ-цов, шт.	Ботанико-географический район (рисунок)	Административный район
					Шолоховский
	*_Stipa pennata_ L. s. str.	Ковыль перистый	99	Донецкий кряж Доно-Чирский Ергенинская возвышенность Калитвенский Приазовский Среднедонской	Белокалитвинский Ботанический сад ЮФУ Боковский Верхнедонской Заветинский Каменский Красносулинский Куйбышевский Миллеровский Милютинский Мясниковский Новошахтинск Обливский Октябрьский Тацинский Усть-Донецкий Чертковский Шолоховский
	*_Stipa pulcherrima_ K. Koch	Ковыль красивей-ший	162	Азово-Егорлыкский Долина Маныча Донецкий кряж Доно-Сальский Доно-Чирский Ергенинская возвышенность Калитвенский Приазовский Среднедонской	Белокалитвинский Боковский Ботанический сад ЮФУ Верхнедонской Весёловский Волгодонской Заветинский Зерноградский Каменский Константиновский Красносулинский Мартыновский Матвеево-Курганский Мясниковский Неклиновский Октябрьский Орловский Родионово-Несветайский Сальский Тарасовский

№ п/п	*Латинское название вида	Русское название вида	Кол-во образ-цов, шт.	Ботанико-географический район (рисунок)	Административный район
					Усть-Донецкий Целинский Цимлянский Чертковский Шолоховский
	*_Stipa sareptana_ A.K. Beck.	Ковыль сарептский	26	Долина Маныча Ергенинская возвышенность Приазовский Среднедонской	Верхнедонской Заветинский Ботанический сад ЮФУ Орловский
	*_Stipa tirsa_ Stev.	Ковыль узколистный	38	Донецкий кряж Доно-Чирский Калитвенский Среднедонской	Белокалитвинский Боковский Каменский Красносулинский Чертковский Шолоховский
	*_Stipa ucrainica_ P. Smirn.	Ковыль украинский	238	Азово-Егорлыкский Долина Маныча Донецкий кряж Доно-Сальский Доно-Чирский Ергенинская возвышенность Калитвенский Приазовский	Белокалитвинский Боковский Ботанический сад ЮФУ Дубовский Заветинский Зимовниковский Каменский Константиновский Красносулинский Куйбышевский Мартыновский Матвеево-Курганский Миллеровский Мясниковский Октябрьский Орловский Пролетарский Ремонтненский Родионово-Несветайский Сальский Усть-Донецкий Целинский
	*_Stipa zalesskii_ Wilensky	Ковыль Залесского	60	Долина Маныча Донецкий кряж	Белокалитвинский Каменский

№ п/п	*Латинское название вида	Русское название вида	Кол-во образ-цов, шт.	Ботанико-географический район (рисунок)	Административный район
				Доно-Сальский Калитвенский Приазовский	Ботанический сад ЮФУ Куйбышевский Матвеево-Курганский Миллеровский Мясниковский Октябрьский Орловский Родионово-Несветайский Усть-Донецкий

* – виды, внесённые в Красную книгу Ростовской области

Рисунок. Ботанико-географические районы Нижнего Дона в пределах Ростовской области: КВ – Калачская возвышенность, СД – Среднедонской, К – Калитвенский, ДК – Донецкий кряж, ДЧ – Доно-Чирский, П – Приазовский, ДН – долина Нижнего Дона, АЕ – Азово-Егорлыкский, ДМ – долина Маныча, ДС – Доно-Сальский, ЕВ – Ергенинская возвышенность.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в гербарной коллекции представлены образцы всех видов ковыля, которые приводятся для территории Ростовской области, за исключением ковыля мелового. Таблица в известной степени отражает распространение видов ковыля в Ростовской области. Наиболее распространёнными являются *Stipa capillata*, *Stipa lessingiana*, *Stipa pulcherrima* и *Stipa ucrainica*, образцы которых собраны в 8–10 ботанико-географических районах.

Наибольшим количеством образцов в коллекции представлены *Stipa ucrainica* (238 шт.), *Stipa pulcherrima* (162 шт.), *Stipa lessingiana* (111 шт.), *Stipa capillata* (104 шт.), *Stipa pennata* (99 шт.), *Stipa brauneri* (93 шт.). Единичными образцами в гербарных фондах Ботанического сада ЮФУ и кафедры ботаники ЮФУ (RV) представлен *Stipa adoxa*, собранный в разные годы в Куйбышевском районе в окрестностях села Лысогорка на особо охраняемой природной территории «Лысогорка», где в 2010 г. впервые на территории Ростовской области была описана популяция этого вида (Дёмина, 2010, 2014).

В результате ревизии гербарных фондов из *Stipa lessingiana* был выделен *Stipa brauneri*, который отсутствует в сводке «Флора Нижнего Дона» (1984, 1985), но приводится для Нижнего Дона в монографии «Злаки России» (Цвелёв, Пробатова, 2019).

Stipa brauneri хорошо отличается от *Stipa lessingiana* более крупными дерновинами, более высокими стеблями и густо коротко опушёнными влагалищами стеблевых листьев.

Гербарные образцы *Stipa brauneri* свидетельствуют о том, что этот вид относительно широко распространён на территории Ростовской области, но чаще встречается на юго-востоке области, где обитает в основном в степных сообществах, относящихся к подзональному типу дерновиннозлаковых степей на каштановых почвах в комплексе с каштановыми солонцами и лугово-каштановыми почвами (Федяева, 2002). Основной целинной ассоциацией здесь является ковыльно-типчаковая с *Festuca rupicola* Heuff. (овсяница бороздчатая), *Festuca valesiaca* Gaudin (овсяница валлисская), *Stipa brauneri*, *Stipa capillata*, *Stipa ucrainica* и разнотравьем из степных и пустынно-степных ксерофитов: *Artemisia austriaca* Jacq. (полынь австрийская), *Goniolimon tataricum* (L.) Boiss. (углостебельник татарский), *Galatella villosa* (L.) Reichenb. fil. (солонечник мохнатый), *Tanacetum achilleifolium* (Bieb.) Sch. Bip. (пижма тысячелистниколистная), *Serratula erucifolia* (L.) Boriss. (серпуха эруколистная), *Scorzonera cana* (C.A. Mey.) O. Hoffm. (козелец седой), *Astragalus reduncus* Pall. (астрагал изогнутый), *Malabaila graveolens* (Bieb.) Hoffm. (малабайла душистая), *Phlomoides hybrida* (Zelen.) R. Kam. et Machmedov (фломоидес гибридный) и др.

В гербарной коллекции хранятся также образцы под условным названием *Stipa pontica* P.A. Smirn., собранные на Донецком кряже и Азово-Егорлыкском ботанико-географических районах. Эти образцы из природных популяций по морфологическим признакам занимают промежуточное положение между *Stipa ucrainica* и *Stipa pontica* (Копылов-Гуськов, 2016). Для уточнения их видовой принадлежности требуется проведение дополнительных, предпочтительно генетических, исследований.

Выполненная работа подтвердила целесообразность проведения инвентаризации гербарной коллекции с целью выявления количественного состава и качественного состояния образцов растений. Полученные данные могут быть использованы для дальнейшего изучения рода *Stipa* во флоре Ростовской области. Результаты инвентаризации существенно дополнили информацию, содержащуюся в БД FLOROST (Дагалдьян и др., 2002; Шишлова и др., 2014).

Список литературы

1. Дагалдьян А.А., Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н. База данных по флоре Ростовской области // Материалы международной конф., посвящённой 75-летию Ботанического сада РГУ. Ростов-на-Дону, 2002. С. 84–87.
2. Дёмина О.Н. Stipa adoxa (Poaceae) – новый вид флоры для территории России // Бот. журнал. 2010. Т. 95. № 2. С. 190–202.
3. Дёмина О.Н. Stipa adoxa Klok. et Ossycznjuk // Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. Т. 2 / Науч. ред. В.В. Федяева. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. С. 297.
4. Копылов-Гуськов Ю.О. Анализ разнообразия перистых ковылей группы родства Stipa dasyphylla на территории Европейской части России: дисс. …канд. биол. наук. М., 2016. 209 с.
5. Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. Т. 2. / Науч. ред. В.В. Федяева. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. 344 с.
6. Федяева В.В. Растительный покров // Природные условия и естественные ресурсы Ростовской области. Ростов-на-Дону, ООО «Батайское книжное издательство», 2002. С. 226–282.
7. Флора Нижнего Дона. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1984. Ч. 1. 280 с.; 1985. Ч. 2. 240 с.
8. Цвелёв Н.Н., Пробатова Н.С. Злаки России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. С. 452–453.
9. Шишлова Ж.Н., Кузьминов Р.Н., Шмараева А.Н. Компьютерная база данных Гербария (RWBG) Ботанического сада Южного федерального университета // Сравнительная флористика: анализ видового разнообразия растений. Проблемы. Перспективы. «Толмачёвские чтения»: материалы X Международной школы-семинара / Под редакцией С.А. Литвинской и О.Г. Барановой. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2014. С. 173–176.
10. Шишлова Ж.Н., Шмараева А.Н. Гербарий Ботанического сада Южного федерального университета // Ботанические коллекции – национальное достояние России. Сборник научных статей Всероссийской (с международным участием) научной конференции, посвящённой 120-летию Гербария им. И.И. Спрыгина и 100-летию Русского ботанического общества. Пенза: Изд-во ПГУ, 2015. С. 288–289.
11. Шишлова Ж.Н., Шмараева А.Н. Пополнение гербарной коллекции Ботанического сада Южного федерального университета // Актуальные проблемы экологии и природопользования. Сборник материалов / Отв. ред. К.Ш. Казеев. Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020. С. 144–147.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № 0852-2020-0029.

РЕДКИЙ ВИД *BELLEVALIA SARMATICA* (PALL. EX GEORGI) WORONOW (CEM. HYACINTHACEAE BATSCH) В ДОЛИНЕ РЕКИ КРЫНКИ (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Шмараева А.Н., Ермолаева О.Ю.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
anshmaraeva@sfedu.ru, oyermolaeva@sfedu.ru

A RARE SPECIES OF BELLEVALIA *SARMATICA* (PALL. EX GEORGI) WORONOW (CEM. HYACINTHACEAE BATSCH) IN THE VALLEY OF THE KRYNKA RIVER (ROSTOV REGION)

Shmaraeva A.N., Ermolaeva O.Yu.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
anshmaraeva@sfedu.ru, oyermolaeva@sfedu.ru

Аннотация. Приводится описание ценопопуляции редкого вида Ростовской области и Российской Федерации *Bellevalia sarmatica* (Pall. ex Georgi) Woronow в долине р. Крынки. *Bellevalia sarmatica* – это луковичный многолетник, криптофит (геофит), весенний гемиэфемероид, мезофит, гелиофит, кальцефил, причерноморский эндемик. *Bellevalia sarmatica* – насекомоопыляемое растение, анемохор, его соцветие при созревании плодов образует перекати-поле. Ценопопуляция обитает в каменистой разнотравно-злаковой приазовской степи в приводораздельной части правого коренного берега р. Крынки в ассоциации: *Stipa capillata* + *Festuca valesiaca* + ксерофильное разнотравье. Ассоциация с участием *Bellevalia sarmatica* занимает плакорный участок площадью не менее 1000 кв. м. По возрастной структуре ценопопуляция *Bellevalia sarmatica* относится к нормальным полночленным молодым, она достаточно стабильна во времени и пространстве, о чём свидетельствуют такие её параметры как многочисленность, высокая плотность, преобладание подроста в возрастной структуре, наличие генеративных особей, высокие показатели семенной продуктивности, более или менее крупные размеры генеративных растений. Плотность составляет 36,4 разновозрастных особи на 1 кв. м. В возрастном спектре ценопопуляции преобладают прегенеративные растения, их доля составляет 65,93 % от всех особей. Коэффициент семенификации составляет 54,78 %, на одной особи формируется в среднем 248 жизнеспособных семян. Полевая всхожесть семян *Bellevalia sarmatica* достигает 90,4 %.

Ключевые слова: *Bellevalia sarmatica* (Pall. ex Georgi) Woronow, Ростовская область, река Крынка, Красная книга, ценопопуляция, возрастной спектр, семенная продуктивность, полевая всхожесть семян.

Abstract. The description of the cenopopulation of a rare species of the Rostov region and the Russian Federation *Bellevalia sarmatica* (Pall. ex Georgi) Woronow in the valley of the river Krynka is given. *Bellevalia sarmatica* is a bulbous perennial, cryptophyte (geophyte), spring hemiephemeroid, mesophyte, heliophyte, calcephilous, Black Sea endemic. *Bellevalia sarmatica* is an insect-pollinated plant, anemochore, its inflorescence forming a tumble-weed when the fruit matures. The cenopopulation lives in the stony mixed herbs grass of the Azov steppe in the watershed part of the right root bank of the Krynka River in the association: *Stipa capillata* + *Festuca valesiaca* + xerophilic grasses. The association with the participation of *Bellevalia sarmatica* occupies a plain area of at least 1000 sq. m. According to the age structure, the cenopopulation of *Bellevalia sarmatica* belongs to normal full-membered young. It is stable in time and space, as evidenced by such parameters as its abundance, high density, predominance of undergrowth in the age structure, the presence of generative individuals, high seed productivity,

more or smaller sizes of generative plants. The density is 36,4 individuals of different ages per 1 sq. m. Pregenerative plants dominate in the age spectrum of the cenopopulation, their share is 65.93% of all individuals. The coefficient of seedification is 54,78 %, on average 248 viable seeds are formed on one individual. Field germination of seeds *Bellevalia sarmatica* reaches 90,4 %.

Keywords: *Bellevalia sarmatica* (Pall. ex Georgi) Woronow, Rostov Region, Krynka River, Red List, cenopopulation, age spectrum, seed productivity, field germination of seeds.

Bellevalia sarmatica (Pall. ex Georgi) Woronow (сем. Hyacinthaceae) – бельвалия сарматская – это степной луковичный многолетник, криптофит (геофит), мезофит, гелиофит, кальцефил, причерноморский эндемик, имеющий в Красной книге Ростовской области (Шишлова, Шмараева, 2014) категорию статуса редкости 2а как вид, сокращающийся в численности в результате изменения условий существования или разрушения местообитаний. Вид внесён в Красную книгу Российской Федерации (2008) с аналогичной категорией статуса редкости. Бельвалия сарматская включалась в списки редких, исчезающих и нуждающихся в охране растений Ростовской области с 1977 г. (Зозулин и др., 1977).

Ареал *Bellevalia sarmatica* охватывает причерноморские степи от Румынии до Нижнего Поволжья и Предкавказья, отдельные части ареала имеются в переднеазиатском регионе (Кавказ, Турция, Иран). В Ростовской области бельвалия сарматская встречается спорадически во всех районах.

Bellevalia sarmatica обитает в зональных целинных и каменистых степях, на склонах степных балок, опушках кустарниковых зарослей, степных залежах, в светлых лесополосах. Вид по ритму развития (весенний гемиэфемероид) и способу расселения (анемохор, его соцветие при созревании плодов образует перекати-поле) хорошо адаптирован к обитанию в степях (Шмараева и др., 2009).

В процессе популяционных исследований «краснокнижных» видов была описана ценопопуляция бельвалии сарматской, обитающая в приазовской разнотравно-типчаково-ковыльной степи в долине реки Крынки на юго-западе Ростовской области в Матвеево-Курганском районе вблизи хутора Авило-Фёдоровка. Описание выполнялось в соответствии с методикой мониторинга редких и исчезающих видов растений Ростовской области (Федяева, Русанов, 2005):

Местонахождение: Матвеево-Курганский р-н, окр. хутора Авило-Фёдоровка, правый коренной берег р. Крынки, приводораздельная часть склона юго-восточной экспозиции, плакорный участок (рис. 1, 2).

Почвы: смытый чернозём на известняке-ракушечнике.

Описание растительности: разнотравно-типчаково-ковыльная степь, ассоциация: *Stipa capillata* + *Festuca valesiaca* + ксерофильное разнотравье.

Ярусность: вертикальная структура растительного покрова трёхъярусная. Первый ярус (до 100 см) образован видами: фломоидес клубненосный – *Phlomoides tuberosa* (L.) Moench, шалфей поникающий – *Salvia nutans* L., ковыль волосовидный – *Stipa capillata* L., подмаренник восьмилистный – *Galium octonarium* (Klok.) Soó, пырей ползучий – *Elytrigia repens* (L.) Nevski и др.; второй ярус (до 70 см): василистник малый – *Thalictrum minus* L., чистец остисточашечный – *Stachys atherocalyx* K. Koch, гвоздика ланцетная – *Dianthus lanceolatus* Stev. ex Reichenb., лапчатка тёмная – *Potentilla obscura* Willd., котовник мелкоцветковый – *Nepeta parviflora* Bieb., овсяница валлисская – *Festuca valesiaca* Gaudin и др.; третий ярус (до 40 см): девясил германский – *Inula germanica* L., солонечник мохнатый – *Galatella villosa* (L.) Reichenb. fil., тимьян Маршалла – *Thymus marschallianus* Willd., дубровник беловойлочный – *Teucrium polium* L. и др.

Рисунок 1. Бутонизация бельвалии сарматской в долине р. Крынки в окр. хутора Авило-Фёдоровка. 27.04. 2021 г.

Общее проективное покрытие – 95 %.

Флористический состав ассоциации (характерные сосудистые растения в период наблюдений (апрель-первая декада июня) с указанием обилия по шкале Друде; все виды расположены в порядке латинского алфавита, полужирным шрифтом выделены «краснокнижные» таксоны):

Achillea nobilis – sp3
A. setacea – sp3
Adonanthe volgensis – sp3
Agrimonia eupatoria – sp2
Anagallis foemina – sp1
Artemisia austriaca – sp3
A. pontica – sp3
Astragalus onobrychis – sp2
A. pseudotataricus – sp1
Bellevalia sarmatica – cop1
Camelina sylvestris – sp2
Campanula bononiensis – sp2
Caragana frutex – sp3
Centaurea orientalis – sp2
Cephalaria uralensis – sp1
Clematis lathyrifolia – sp3
Consolida paniculata – sp2
Convolvulus arvensis – sp3
Inula germanica – sp3
I. oculus-christi – cop1
Iris pumila – sp1
Jurinea arachnoidea – sp3
Koeleria cristata – sp3
Lamium amplexicaule – sp1
Lathyrus sp. – sp3
Linaria genistifolia – sp1
Linum austriacum – sp3
Marrubium praecox – sp3
Medicago romanica – sp3
Nepeta parviflora – sp3
Paeonia tenuifolia – sp1
Peucedanum ruthenicum – sp3
Phlomis pungens – sp3
Phlomoides hybrida – sp2
P. tuberosa – sp3
Plantago urvillei – sp3

Coronilla varia – sp3
Cuscuta sp. – sp3
Dianthus lanceolatus – sp3
Echium russicum – sp1
Elytrigia repens – sp3
Erucastrum armoracioides – sp1
Eryngium campestre – sp3
Erysimum canescens – sp3
Euphorbia stepposa – sp3
E. virgata – sp3
Festuca valesiaca – cop2
Fragaria viridis – sp3
Fumaria schleicheri – sp3
Galatella dracunculoides – cop1
G. villosa – cop1
Galium octonarium – sp3
Goniolimon tataricum – sp2
Holosteum umbellatum – sp2
Hyacinthella pallasiana – sp2
Potentilla humifusa – sp2
P. obscura – sp3
Ranunculus illyricus – sp2
Salvia nutans – cop1
S. tesquicola – sp3
Stachys atherocalyx – sp3
Stipa capillata – cop3
S. pulcherrima – sp1
Teucrium polium – sp3
Thalictrum minus – sp3
Thlaspi arvense – sp3
T. perfoliatum – sp1
Thymus marschallianus – sp3
Verbascum chaixii – sp2
V. lychnitis – sp1
Veronica jacquinii – sp3
Vinca herbacea – sp2
Viola ambigua – sp2

Рисунок 2. Массовое цветение бельвалии сарматской в долине р. Крынки в окр. хутора Авило-Фёдоровка. 06.05. 2021 г.

Ценопопуляция бельвалии сарматской обитает в каменистой приазовской степи в приводораздельной части правого коренного берега р. Крынки.

Ассоциация с участием *Bellevalia sarmatica* занимает плакорный участок площадью не менее 1000 кв. м. между береговым склоном и автотрассой Таганрог – Авило-Успенка. Доминантами в ассоциации выступают плотнодерновинные злаки: ковыль волосовидный и овсяница валлисская, а содоминантами являются такие кальцефильные виды как солонечник эстрагоновидный – *Galatella dracunculoides* (Lam.) Nees, девясил глазковый – *Inula oculus-christi* L., шалфей поникающий и др. Сезонным содоминантом выступает бельвалия сарматская.

Флористическое разнообразие ассоциации во время наблюдений (весна и начало лета) насчитывает более 70 видов, в том числе шесть «краснокнижных» таксонов (Красная книга…, 2014): кроме бельвалии сарматской это синяк русский – *Echium russicum* J.F. Gmel., гиацинтик Палласа – *Hyacinthella pallasiana* (Stev.) Losinsk., касатик низкий – *Iris pumila* L., пион тонколистный – *Paeonia tenuifolia* L., ковыль красивейший – *Stipa pulcherrima* K. Koch.

Ценопопуляция бельвалии сарматской относится к числу многочисленных, её плотность составляет 9,1 (4–18) разновозрастных особи на 0,25 кв. м, в пересчёте на 1 кв. м – 36,4 особи. Учёт плотности был произведён на двадцати пробных площадках (табл. 1).

По возрастной структуре ценопопуляция относится к нормальным полночленным молодым (табл. 1, 2).

В возрастном спектре преобладают растения прегенеративного периода, на их долю приходится суммарно 65,93 % всех особей. Группа генеративных растений тоже более или менее многочисленная (34,07 % от общего количества особей). Так как бельвалия сарматская размножается только семенами, то такие возрастные спектры свидетельствуют о наличии в ценозах условий, благоприятных для самоподдержания численности популяций семенным путём.

Возобновление вида, судя по возрастной структуре ценопопуляции, происходит регулярно за счёт высокой семенной продуктивности (табл. 3) и хорошей всхожести семян. Было установлено, что на одной особи формируется в среднем 248 жизнеспособных семян, коэффициент семенификации составляет 54,78 %, а коэффициент плодоцветения – 61,75 %.

Опытным путём определено, что полевая всхожесть семян бельвалии сарматской достигает 90,4 % (Кузьменко, Шмараева, 2019).

Таблица 1. Количество особей *Bellevalia sarmatica* разных возрастных состояний на пробных площадках 0,25 кв. м, шт.

№ пробной площадки	Возрастное состояние*					Всего особей
	p	j	im	v	g (g_1+g_2+g_3)	
	1	1	1	2	2	7
	2	5	1	0	2	10
	1	3	1	0	2	7
	0	3	0	0	3	6
	0	1	0	1	2	4
	0	1	1	2	3	7
	0	0	3	0	2	5
	13	1	1	2	1	18
	2	2	2	1	2	9
	1	3	1	0	8	13
	0	1	3	0	5	9
	0	2	1	1	5	9
	3	1	1	3	3	11
	3	1	1	1	2	8
	0	1	3	6	3	13

№ пробной площадки	Возрастное состояние*					Всего особей
	p	j	im	v	g (g_1+g_2+g_3)	
	1	3	1	1	5	11
	5	0	3	1	3	12
	0	2	3	2	2	9
	0	1	2	0	2	5
	0	0	1	3	5	9
Всего	32	32	30	26	62	182
Среднее кол-во (минимум-максимум)	1,60 (0,00–13,00)	1,60 (0,00–5,00)	1,50 (0,00–3,00)	1,30 (0,00–6,00)	3,10 (1,00–8,00)	9,10 (4,00–18,00)

*: p – проростки, j – ювенильные, im – имматурные, v – виргинильные, g (суммарно g_1 – молодые, g_2 – средневозрастные, g_3 – старые) – генеративные особи.

Таблица 2. Возрастная структура ценопопуляции *Bellevalia sarmatica*

№ п/п	Возрастное состояние	Кол-во особей, %
	Проростки (p)	17,58
	Ювенильные (j)	17,58
	Имматурные (im)	16,48
	Виргинильные (v)	14,29
	Генеративные (g_1+g_2+g_3+растения с перерывом в цветении)	34,07
Всего		100,00

Таблица 3. Семенная продуктивность *Bellevalia sarmatica*, окр. хутора Авило-Фёдоровка, 2021 г.

№ п/п	Параметры	Среднее значение (min–max)
	Количество генеративных побегов на 1 особь, шт.	1,00±0,00
	Количество цветков на 1 побег, шт.	61,19±3,00 (36–99)
	Количество плодов на 1 побег, шт.	37,94±2,39 (18–74)
	Коэффициент плодоцветения, %	61,75±2,16 (34,62–82,69)
	Количество цветков на 1 особь, шт.	61,19±3,00 (36–99)
	Количество плодов на 1 особь, шт.	37,94±2,39 (18–74)
	Количество семяпочек на 1 плод, шт.	11,94±0,04 (11–13)
	Количество семян на 1 плод, шт.	6,54±0,35 (1–11)
	Коэффициент семенификации, %	54,78±2,96 (8,33–91,67)
	Количество семяпочек на 1 особь, шт.	452,97±28,56
	Количество семян на одну особь, шт.	248,11±20,53

Фактов поражения растений болезнями и вредителями не выявлено.

Генеративные экземпляры имеют более или менее крупные размеры, высота цветоносных побегов достигает 40 см.

Жизненность особей может быть оценена как удовлетворительная.

Степень антропогенной трансформации экотопа: умеренная. Основные формы антропогенного воздействия на экотоп связаны с близостью населённого пункта и автотрассы (выпас скота, сбор лекарственного сырья, сеть полевых дорог, рекреация и др.).

Таким образом, ценопопуляция бельвалии сарматской на правобережье реки Крынки достаточно стабильна во времени и пространстве, способна к длительному самоподдержанию, о чём свидетельствуют такие её параметры как многочисленность, высокая плотность, полночленность возрастного состава, левосторонний возрастной

спектр, наличие генеративных особей, удовлетворительные показатели семенной продуктивности, высокая всхожесть семян, удовлетворительная жизненность особей.

Список литературы

1. Зозулин Г.М., Абрамова Т.И., Пашков Г.Д. и др. Материалы для Красной книги Ростовской области // Известия СКНЦ ВШ. Естественные науки. 1977. № 1. С. 105–108.
2. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / Ред. Л.В. Бардунов, В.С. Новиков. М.: Т-во научных изданий КМК, 2008. 855 с.
3. Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. Т. 2 / Науч. ред. В.В. Федяева. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. 344 с.
4. Кузьменко И.П., Шмараева А.Н. Семенная продуктивность Bellevalia sarmatica (Pall. ex Georgi) Woronow при интродукции в Ботанический сад Южного федерального университета // Актуальные проблемы экологии и природопользования: сборник материалов / Отв. ред. К.Ш. Казеев; Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону – Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2019. С. 93–96.
5. Федяева В.В., Русанов В.А. Мониторинг редких и исчезающих видов растений и грибов Ростовской области // Материалы науч.-практич. межрегион. конф. Станица Вёшенская. 2005. С. 29–36.
6. Шишлова Ж.Н., Шмараева А.Н. Bellevalia sarmatica (Pall. ex Georgi) Woronow // Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. Т. 2 / Науч. ред. В.В. Федяева. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. С. 253.
7. Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н., Федяева В.В. Экологические аспекты развития ценопопуляций беллевалии сарматской (Bellevalia sarmatica (Pall. ex Georgi) Woronow) в условиях сухих степей Ростовской области // Экологический вестник Северного Кавказа. 2009. Т. 5. № 2. С. 74–78.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № 0852-2020-0029.

РАРИТЕТНАЯ ФРАКЦИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ ФЛОРЫ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ В ИНТРОДУКЦИОННЫХ САДАХ РЕСПУБЛИКИ

Шхагапсоев С.Х.[1], Надзирова Р.Ю.[2], Бахов М.Т.[2]

[1] Парламент Кабардино-Балкарской Республики, г. Нальчик, Россия

[2] Кабардино-Балкарский госуниверситет, г. Нальчик, Россия

A RARE FRACTION OF THE NATURAL FLORA OF KABARDINO-BALKARIA IN THE INTRODUCTION GARDENS OF THE REPUBLIC

Shkhagapsoev S.Kh. [1], Nadzirova R.Yu. [2], Bachov M.T. [2]

[1] Parliament of the Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Russia

[2] Kabardino-Balkarian State University, Nalchik, Russia

Аннотация. В статье представлены результаты интродукции редких и исчезающих растений Кабардино-Балкарии в двух ботанических садах разных подведомственных подчинений и в эколого-биологическом центре Министерства просвещения, науки и молодёжной политики КБР. Приведены раритетные виды, интродуцированные в эти учреждения в 60–80-е годы XX в. и в настоящее время.

Ключевые слова: редкие и исчезающие виды растений, интродукция, Кабардино-Балкария, республиканский ботанический сад совхоза «Декоративные культуры», Ботанический сад Кабардино-Балкарского государственного университета, эколого-биологический центр Министерства просвещения, науки и молодёжной политики Кабардино-Балкарской республики.

Abstract. The article considers the results of introduction on rare and endangered plants of Kabardino-Balkaria in two botanical gardens of different subordinate subordinations and in the ecological and biological center of the Ministry of Education, Science and Youth Policy of the KBR. Rare species introduced in these institutions in the 60–80s of the XX century and at this time are given.

Keywords: rare and endangered plant species, introduction, Kabardino-Balkaria, Republican Botanical Garden of the state farm «Decorative Cultures», Botanical Garden of Kabardino-Balkarian State University, ecological and biological center of the Ministry of Education, Science and Youth Policy of the Kabardino-Balkarian Republic.

Одним из эффективных методов сохранения редких и исчезающих видов растений является их интродукция в ботанические сады, дендрарии, дендропарки. Комиссия по редким и исчезающим видам растений Совета ботанических садов РФ считает одной из важнейших своих задач координацию деятельности ботанических садов страны по сохранению видов в условиях культуры. Для выполнения этой задачи необходима организация учёта и мониторинга имеющегося коллекционного материала. Такого рода обобщающие работы были выполнены в СССР в 80-х годах XX века под руководством академика П.И. Лапина (Редкие…, 1983) и сравнительно недавно в РФ под руководством доктора биологических наук А.С. Демидова (Генофонд…, 2012). Раньше этих изданий вышла уникальная работа под руководством академика Н.В. Цицина «Интродукция растений природной флоры СССР» (1979), в которой был обобщён 30-летний опыт интродукции 2160 видов растений природной флоры СССР в ботанических садах страны, среди которых немало «краснокнижных» видов из Кабардино-Балкарии.

На рубеже двух веков (XX и XXI) возникло понимание того, что ботанические сады должны взять на себя миссию сохранения растений, а потому Международным советом ботанических садов по охране растений (BGCI) была разработана Международная программа (2000) по совместной деятельности 1800 ботанических садов мира по сохранению конкретных видов растений.

Интродукционные исследования в Кабардино-Балкарии начались с момента создания ботанических садов, в частности, республиканского ботанического сада совхоза «Декоративные культуры» и Ботанического сада Кабардино-Балкарского государственного университета (Шхагапсоев, 2020; Шхагапсоев, Шерхов, 2020). За эти десятилетия внимание исследователей было обращено на выявление в природе и изучение в культуре ценных и редких видов растений в связи с актуальностью задачи сохранения генофонда растительного мира, выявления перспективных в хозяйственном отношении растений с целью внедрения в культуру (Кос, 1949; Галушко и др., 1967; Балов, 1968; Новикова, 1981; Турбина, 1980; Шхагапсоев, 1996).

За длительный период в двух ботанических садах были собраны, изучены, испытаны около 1000 видов флоры Кавказской горной системы, включая редкие, исчезающие таксоны, рекомендованные для введения в практику озеленения городов и сельских поселений (Кос, 1949; Галушко и др., 1967; Новикова, Слонов, Шхагапсоев, 1996). В их числе были виды рода *Galanthus, Helleborus caucasica, Pachyphragma macrophyllum, Phyllitis scolopendrium* и др.; из древесных растений – *Taxus baccata, Picea orientalis*, виды

рода *Rosa* и др. Количество коллекционных раритетных видов, собранных в ботанических садах, составило 53 вида, относящихся к 39 родам и 26 семействам (табл. 1). Они имеют различное народнохозяйственное и эстетическое значение для жизни общества. Список раритетных видов-интродуцентов составлен по данным литературных источников.

Таблица 1. Список раритетных видов, интродуцированных в двух ботанических садах Кабардино-Балкарии

№	Название	*Место интро-дукции	**Хозяй-ственное значение	Источники
Сем. Aspleniaceae				
1	*Ceterach officinarum* Willd.	1	д.	Новикова и др., 1996
2	*Phyllitis scolopendrium* (L.) Newm.	1, 2	д.	Новикова и др., 1996
Сем. Taxaceae				
1	*Taxus baccata* L.	1, 2	д., л.	Новикова и др., 1996; Галушко и др., 1967
Сем. Pinaceae				
1	*Abies nordmanniana* (Stev.) Sprach.	2	л., д.	Галушко и др.,1967
2	*Picea orientalis* (L.) Link.	2	л., д.	Галушко и др.,1967
Сем. Ranunculaceae				
1	*Anemone blanda* Schott. et Kotschy [*Anemonoides blanda* (Schott. et Kotschy) Holub]	1, 2	д.	Галушко и др.,1967; Новикова и др., 1996
2	*A. sylvestris* L.	1	д.	Галушко и др., 1996
3	*Helleborus caucasicus* A. Br.	1, 2	л., д.	Новикова и др., 1996
Сем. Paeoniaceae				
1	*Paeonia tenuifolia* L.	1, 2	д., л.	Новикова и др., 1996
Сем. Papaveraceae				
1	*Papaver bracteatum* Lindl.	1, 2	л., д.	Новикова и др., 1996
2	*P. lisae* N. Busch	1	д.	Новикова и др., 1996
Сем. Caryophyllaceae				
1	*Dianthus elbrusensis* Charadze	1	д.	Новикова и др., 1996
Сем. Betulaceae				
1	*Betula raddeana* Trautv.	2	д., л.	Галушко и др.,1967

№	Название	*Место интро-дукции	**Хозяй-ственное значение	Источники
2	*Ostrya carpinifolia* Scop.	2	д., л.	Галушко и др.,1967
Сем. Ericaceae				
1	*Rhododendron caucasicum* Pall.	2	л., п., д.	Галушко и др.,1967
Сем. Primulaceae				
1	*Primula bayernii* Rupr.	1	д.	Новикова и др., 1996
2	*P. woronowii* Lolinsk.	1	д.	Новикова и др., 1996
Сем. Saxifragaceae				
1	*Saxifraga columnaris* Schmalh.	1	д.	Галушко и др.,1967
2	*S. dinnikii* Schmalh.	1	д.	Галушко и др.,1967
3	*S. oettingenii* Galushko et Kudrjaschova	1	д.	Галушко и др.,1967
Сем. Rosaceae				
1	*Amygdalus nana* L.	1	п., д., л.	Галушко и др.,1967
2	*Rosa valentinae* Galushko	1	п., д., л.	Галушко и др.,1967
3	*R. baxanensis* Galushko	1	п., д., л.	Галушко и др.,1967
4	*R. kossii* Galushko	1	п., д., л.	Галушко и др.,1967
5	*R. prochanovii* Galushko	1	п., д., л.	Галушко и др.,1967
6	*R. adenophylla* Galushko	1	п., д., л.	Галушко и др., 1967
7	*Sorbus caucasica* Zinserl.	1	д.	Галушко и др.,1967
Сем. Limoniaceae				
1	*Acantholimon glumaceum* (Jaub. et Sprach) Boiss.	1	д.	Галушко и др., 1967
Сем. Celastraceae				
1	*Euonymus nana* Bieb.	2	д.	Галушко и др., 1967
Сем. Vitaceae				
1	*Vitis sylvestris* Gmel.	2	п., д.	Галушко и др.,1967
Сем. Valerianaceae				
1	*Valeriana officinalis* L.	1	л.	Новикова и др., 1996

№	Название	*Место интро-дукции	**Хозяй-ственное значение	Источники
Сем. Orobanchaceae				
1	*Diphelypaea coccinea* (Poiret) Nicolson	1	д.	Новикова и др., 1996
Сем. Asteraceae				
1	*Jurinea ciscaucasica* (Sosn.) Iliih.	1	д.	Новикова и др., 1996
Сем. Melanthiaceae				
1	*Colchicum speciosum* Stev.	1	д., л.	Новикова и др., 1996
Сем. Liliaceae				
1	*Fritillaria orientalis* Adams	1	д.	Новикова и др., 1966
2	*Lilium monadelphum* Bieb.	1, 2	д.	Новикова и др., 1996
3	*Tulipa biebersteiniana* Schult. et Schult. fil.	1, 2	д.	Новикова и др., 1996
4	*T. gesneriana* L. [*T. schrenkii* Regel.]	1, 2	д.	Новикова и др., 1996
Сем. Asphodelaceae				
1	*Asphodeline tenuior* (Bieb.) DC.	1	д.	Новикова и др., 1996
2	*Eremurus spectabilis* Bieb.	1	д.	Новикова и др., 1996
Сем. Alliaceae				
1	*Allium ursinum* L.	1, 2	п., л.	Новикова и др., 1996
2	*A. victorialis* L.	1, 2	п., л.	Новикова и др., 1996
Сем. Amaryllidaceae				
1	*Galanthus angustifolius* Koss	1, 2	п., д., л.	Новикова и др., 1996
2	*G. bortkewitschianus* Koss	1, 2	п., д., л.	Новикова и др., 1996
3	*G. lagodechianus* Kem.-Nath. [*G. cabardensis* Koss]	1, 2	п., д., л.	Новикова и др., 1996
Сем. Convallariaceae				
1	*Convallaria transcaucasica* Utkin ex Gossh.	1, 2	л., д.	Новикова, 1967
Сем. Orchidaceae				
1	*Anacamptis pyramidalis* (L.) Rich	1, 2	л., д.	Новикова и др., 1996
2	*Orchis mascula* (L.) L.	1, 2	л., д.	Новикова и др., 1996

№	Название	*Место интро-дукции	**Хозяй-ственное значение	Источники
3	*Platanthera bifolia* (L.) Rich.	2	л., д.	Новикова и др., 1996
Сем. Poaceae				
1	*Stipa caucasica* Schmalh.	2	п., д.	Новикова и др., 1996
2	*Poa naltschikensis* Roshev	2	п.	Новикова и др., 1996

*1 – Республиканский ботанический сад;

2 – Ботанический сад Кабардино-Балкарского госуниверситета;

**д. – декоративное; л. – лекарственное; п. – пищевое.

К сожалению, с конца XX в. – начала XXI в. интродукционные работы по ряду объективных и субъективных причин в ботанических садах Кабардино-Балкарии были прекращены. Например, Ботсад КБГУ до последнего времени финансировался по остаточному принципу. Республиканский ботсад с постсоветского времени в совхозе стал убыточным. Ушли специалисты, поэтому наблюдения, эксперименты над интродуцентами и их изучение были прекращены, большинство видов растений по причине отсутствия элементарного ухода «выпали» из садов. По данным С.Х. Шхагапсоева и Р.Ю. Надзировой (2021) в настоящее время в этих садах, а также в эколого-биологическом центре Министерства просвещения, науки и молодёжной политики КБР произрастают в общей сложности всего 22 раритетных вида (39,6 % от числа интродуцированных) из 13 семейств и 18 родов (табл. 2). Из этого количества 14 видов произрастают в республиканском ботсаду; 13 видов – в ботаническом саду КБГУ и 15 видов – в эколого-биологическом центре Министерства просвещения, науки и молодёжной политики КБР. Общими для всех трёх резерватов являются 7 видов (*Taxus baccata*, *Helleborus caucasicus*, *Paeonia tenuifolia*, *Galanthus angustifolius* и *G. lagodechianus*, *Primula woronowii*, *Phyllitis scolopendrium*).

В таблице 2 приводится реестр редких и исчезающих видов растений, интродуцированных в настоящее время в эколого-биологическом центре Министерства просвещения, науки и молодёжной политики КБР и сохранившихся в двух ботанических садах Кабардино-Балкарии.

Таблица 2. Редкие и исчезающие виды в ботанических резерватах Кабардино-Балкарии

№	Названия видов растений	Республиканский ботсад	Ботсад КБГУ	Эколого-биологический центр
Сем. Aspleniaceae				
1.	*Phyllitis scolopendrium* (L.) Newm.	+	+	+
Сем. Pinaceae				
2.	*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach.	+	–	+
3.	*Taxus baccata* L.	+	+	+
Сем. Ranunculaceae				

№	Названия видов растений	Республиканский ботсад	Ботсад КБГУ	Эколого-биологический центр
4.	*Anemone blanda* Schott. et Kotschy [*Anemonoides blanda* (Schott. et Kotschy) Holub]	–	+	+
5.	*Helleborus caucasicus* A. Br.	+	+	+
Сем. Paeoniaceae				
6.	*Paeonia tenuifolia* L.	+	+	+
Сем. Papaveraceae				
7.	*Papaver bracteatum* Lindl.	+	+	–
Сем. Betulaceae				
8.	*Betula raddeana* Trautv.	+	+	–
9.	*Ostrya carpinifolia* Scop.	+	+	–
Сем. Primulaceae				
10.	*Primula woronowii* Lolinsk.	+	+	+
Сем. Rosaceae				
11.	*Potentilla divina* Albov	–	+	–
Сем. Celastraceae				
12.	*Euonymus nana* Bieb.	–	–	+
Сем. Liliaceae				
13.	*Colchicum speciosum* Stev.	–	–	+
14.	*Eremurus spectabills* Bieb.	–	–	+
15.	*Tulipa gesneriana* L.	+	–	–
16.	*T. schrenkii* Regel.	+	–	–
Сем. Iridaceae				
17.	*Iris pumila* L. [*I. taurica* Lodd.]	–	–	+
Сем. Alliaceae				
18.	*Allium ursinum* L.	+	–	+
19.	*A. victorialis* L.	–	–	+
Сем. Amaryllidaceae				
20.	*Galanthus angustifolius* Koss	+	+	+
21.	*G. bortkewitschianus* Koss	+	+	–
22.	*G. lagodechianus* Kem.-Nath. [*G. cabardensis* Koss]	+	+	+

Список литературы

1. Балов В.К. Безвременник прекрасный // Цветоводство. 1968. № 9. С. 8–9.
2. Галушко А.И., Кудряшова Г.Л., Середин Р.М., Шогенов К.Ш. Деревья и кустарники Северного Кавказа: Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции / Отв. ред. А.И. Галушко. Нальчик: Эльбрус, 1967. 535 с.
3. Генофонд растений Красной книги Российской Федерации, охраняемый в коллекциях ботанических садов и дендрариев / Отв. ред. А.С. Демидов. М.: Т-во научн. изданий КМК. 2012. 220 с.
4. Интродукция растений природной флоры СССР. Справочник / Отв. ред. Н.В. Цицин. М.: Наука, 1979. 431 с.
5. Кос Ю.И. Сохраним исчезающие растения кабардинской флоры от вымирания // Охрана природы. М., 1949. № 8. С. 81–96.
6. Редкие и исчезающие виды природной флоры СССР, культивируемые в ботанических и других интродукционных центрах страны / Отв. ред. П.И. Лапин. М.: Наука, 1983. 302 с.
7. Новикова А.С., Слонов Л.Х., Шхагапсоев С.Х. Путеводитель по ботаническому саду Кабардино-Балкарского университета. Нальчик: КБГУ, 1996. 97 с.
8. Новикова А.С. Редкие и исчезающие растения природной флоры Кавказа, культивируемые в ботанических садах г. Нальчика // В сб.: Памятники природы Кабардино-Балкарии и её охрана. Нальчик: Эльбрус. 1981. С. 72–73.
9. Международная программа ботанических садов по охране растений / Под ред. И.А. Смирнова, В.Л. Тихоновой. М.: ОМСБСОР, 2000. 57 с.
10. Турбина А.С. Об опыте интродукции и акклиматизации перспективных алколоидоносных растений Кавказа в условиях культуры предгорной зоны Кабардино-Балкарии // Вопросы ботаники. КБГУ. Нальчик. 1980. С. 177–187.
11. Шхагапсоев С.Х. Петрофитный флористический комплекс Центрального Кавказа – как материал для интродукции декоративных растений // Труды I Всероссийской конференции по ботаническому ресурсоведению. СПб., 1996. С. 176.
12. Шхагапсоев С.Х. Уходящее богатство: становление и современное состояние ботанического сада Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова // Доклады АМАН. 2020. Т. 20. № 4. С. 62–74.
13. Шхагапсоев С.Х., Шерхов З.Х. Уходящее богатство: становление и современное состояние ботанического сада Кабардино-Балкарского государственного университета им. Х.М. Бербекова // Доклады АМАН. 2020. Т. 20. № 4. С. 6–22.
14. Шхагапсоев С.Х., Надзирова Р.Ю. Раритетная фракция флоры Кабардино-Балкарии. Нальчик: изд-во М. и В. Котляровых. 2021. 235 с.

Секция №2.

РОЛЬ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ И ДРУГИХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В СОХРАНЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ ОНТОГЕНЕЗА ОСОБЕЙ ЭСПАРЦЕТА МАЙОРОВА В САРЫКУМСКОЙ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ

Аджиева А. И.[1]
[1] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дагестанский государственный университет», г. Махачкала, Россия, saricum@rambler.ru

INITIAL STAGES OF ONTOGENESIS OF INDIVIDUALS OF THE ONOBRYCHIS MAJOROVII GROSSH. IN THE SARYKUM CENOPOPULATION

Adzhieva A. I.[1]
[1] Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Dagestan State University», Makhachkala, Russia, saricum@rambler.ru

Аннотация. Исследования популяционной жизни редких растений на охраняемых территориях актуальны. Они позволяют обеспечить своевременные меры защиты таких видов. Для Onobrychis Majorovii территория песков Сарыкума (Дагестан) является местом классического произрастания. Здесь особи проходят полный жизненный цикл. Особый интерес вызывают начальные этапы онтогенеза. В работе описаны особи на начальных этапах онтогенеза: проростки, ювенильные, имматурные и виргинильные особи. У проростков есть 1 простой, 1-2 тройчато сложных и 1-2 непарноперистосложных листа. Эти листья могут иметь разное сочетание. Ювенильные растения эспарцета Майорова состоят из 3-5 тройчато-сложных, парно перистосложных и непарно перистосложных листьев в разном сочетании. Имматурные особи имеют удлиненный неветвистый побег с 3-7 непарно перистосложными листьями. Виргинильные особи состоят из 1-3 вегетативных удлиненных побегов с более, чем семью непарно перистосложными крупными листьями. Особям ранних этапов онтогенеза свойственна незначительная встречаемость на песках Сарыкума, что связано с лимитирующим действием летней жары и песка.

Ключевые слова: (5-10) эспарцет Майорова, песчаный массив Сарыкум, начальные этапы онтогенеза.

Abstract. Studies of the population life of rare plants in protected areas are relevant. They make it possible to provide timely protection measures for such species. For the Onobrychis Majorovii, the territory of the sands of Sarikum (Dagestan) is a place of locus classicus. Here individuals go through a full life cycle. Of particular interest are the initial stages of ontogenesis. The paper describes individuals at the initial stages of ontogenesis: seedlings, juvenile, immature and virginal individuals. The seedlings have 1 simple, 1-2 triplicate complex and 1-2 unpaired pinnately complex leaves. These leaves can have a different combination. Juvenile plants of the Onobrychis Majorovii consist of 3-5 triplicate, paired pinnately complex and unpaired pinnately complex leaves in different combinations. Immature individuals have an elongated unbranched shoot with 3-7 unpaired leaves. Virginal individuals consist of 1-3 vegetative elongated shoots with more than seven unpaired pinnately complex large leaves. Individuals of the early stages of ontogenesis are characterized by insignificant occurrence on the sands of Sarikum, which is associated with the limiting effect of summer heat and sand.

Keywords: Onobrychis Majorovii, Sarykum sand massif, initial stages of ontogenesis.

Введение. Изучение онтогенетического состава популяций растений позволяет обнаружить способы приспособления особей и слагаемых ими популяций к конкретным условиям окружающей среды, что обеспечивает возможность сосуществования в

фитоценозе ценопопуляций разных видов. В этом отношении представляют особый интерес территории-резерваты, юридически охраняемые и включающие ценопопуляции редких, оригинальных, реликтовых видов растений. В нашей работе была взята Сарыкумская часть территории заповедника «Дагестанский». Массив Сарыкум уже более 35 лет входит в состав заповедника «Дагестанский». Здесь около ста лет назад был обнаружен «оазис пустынной флоры» (Майоров, 1928); сегодня здесь охраняется ядро псаммофильной пустынной флоры, в состав растительного покрова песчаного массива входит ряд эндемичных, редких, реликтовых растений. Здесь около сотни лет назад был описан эспарцет Майорова (Onobrychis majorovii) – эндемичный для Восточного Предкавказья ксерофит (Аджиева, 2015). Состояние его сарыкумской ценопопуляции является объектом нашего изучения более десяти лет.

Материалы и методы исследования. Особи в ценопопуляциях имеют свой возраст, определить который довольно сложно, обычно ботаники пользуются разными способами определения возрастного состояния, применяя для этого маркерные признаки: морфологические, анатомические, физиологические (Ценопопуляции…, 1976). Для диагностики возрастных состояний эспарцета Майорова мы пользовались ранее предложенными подходами (Шахбанова, 2016, 2017). Возрастные состояния особей определяли в полевых условиях на основе морфо-биологических критериев. Прегенеративный период разделяли на несколько возрастных состояний: проростки, ювенильные, имматурные и виргинильные особи. Проростки имеют эллиптические семядоли и несколько тройчатосложных листьев на длинных черешках. У ювенильных растений семядоли отсутствуют и, помимо тройчатосложных, появляются перистосложные листья. Имматурные особи имеют ортотропный неразветвленный побег с непарно перистосложными листьями (Ахмедова, Магомедова, Шахбанова, Бабаева, 2019). У виргинильных растений побег удлиненный, имеется 6-7 междоузлий, а непарно перистосложные листья имеют 13-15 листочков. Генеративные особи разделены на три периода. У генеративных молодых особей 1-5 генеративных побегов до 25 см длины и числом листьев около 10. Средневозрастные генеративные особи могут иметь до 20 генеративных побегов с 2-8 соцветиями на каждом (Бабаева, 2020). У старых генеративных особей число высохших побегов прошлого года в два раза больше, чем побегов текущего года. Постгенеративные особи могут формировать только вегетативные побеги. Для большей информативности при диагностике возрастных состояний использовали рисунок, приведенный у Шахбановой З. А. (Шахбанова, 2017).

Изучение ранних этапов онтогенеза эспарцета Майорова производили в трех крупных скоплениях этой ценопопуляции на юго-западном склоне песчаного массива Сарыкум. Для этого в скоплениях в последней декаде мая 2019-2021 гг. (период массового цветения-плодоношения особей) заложили трансекты размером 10 на 4 м2. Особи разного возрастного состояния фиксировались нанесением на миллиметровую бумагу (масштаб 1:10).

Особи в разных возрастных состояниях прегенеративного периода фотографировались, зарисовывались в природных условиях, затем описывались более подробно по растущим экземплярам, для описания пользовались также собранными поврежденными или отмирающими экземплярами уже в лабораторных условиях. Для более подробного описания отмечали тип, число и длину побегов, размеры и число листьев, количество междоузлий, число и размеры листочков сложного листа, их форму.

Результаты исследования. На песчаном массиве Сарыкум, располагающемся в Центральных Предгорьях Дагестана, малый жизненный цикл изучаемого растения начинается весной, в конце марта - начале апреля. В это время еще сохраняются благоприятные условия для роста и развития растений, особенно, растений на ранних

этапах онтогенеза, отсутствие сильной жары и инсолирующего действия песка позволяет фиксировать определенное число проростков, ювенильных и имматурных особей.

Проросток - маленькое растеньице, сохраняющее связь с зародышевыми структурами (семядолями) (рис. 1, pl). Проросток имеет надземный тип прорастания. Нередки случаи, когда вынос основных частей проростка над поверхностью почвы не избавляет его от околоплодника, семядоли и почечка выносятся, заключенные в околоплодник. Позже околоплодник может отшелушиваться, как и семенная кожура. Иногда освобождение от околоплодника не происходит и проросток погибает, так как не может перейти к фотосинтетическому обеспечению питательными веществами. В большинстве случаев околоплодник и семенная кожура остаются в песке, а над его поверхностью поднимаются семядоли, которые быстро зеленеют. Семядоли могут иметь узкоовальную либо узкояйцевидную форму, встречаются проростки с семядолями широкояйцевидной формы. Черешки семядольных листьев длинные, заметно в несколько раз превышающие длину этих листьев. Пластинка позеленевшего семядольного листа может стать довольно крупной, до 2 см в длину и 1 см в ширину при исходном размере вынесенных над песком желтых семядолей 0,4-0,5 см в длину. Главная жилка семядольного позеленевшего листа довольно различима, однако, она не ветвится. Реже жилка семядоли начинает ветвится, причем, ее ответвления имеют бордовое (антоциановое) окрашивание. Палитра окраски семядольных листьев колеблется от салатовой до ярко-зеленой.

У эспарцета Майорова хорошо выражена гетеробластия. Первый настоящий (не семядольный) лист бывает простым эллиптическим с черешком длиной до 5 см. Позже появляются сложные листья, причем, характер их сложности (тип сложного листа, число листочков сложного листа) изменяется с возрастом. У проростков более позднего этапа развития появляются тройчато-сложные листья, их может быть один-два. В конце концов, проросток формирует один-два непарно-перистых сложных листьев.

Верхний листочек любого сложного, как и первого настоящего листа, может иметь как округлую, тупую, так и выемчатую верхушку, в связи с чем лист становится обратно-сердцевидным по форме. Семядольные листья со временем становятся широко-яйцевидными. Когда появляется второй тройчато-сложный лист, выявляются признаки хлороза семядольных листьев, хлороз начинается с верхушки, постепенно происходит скручивание и высыхание этих листьев.

На массиве Сарыкум зафиксировано несколько морфологических типов четырехлистных проростков, различающихся числом и сочетанием простых и сложных листьев:

Растения с двумя семядольными и двумя настоящими листьями: простым и тройчато-сложным;

Растения с двумя семядольными и двумя тройчатосложными листьями;

Растения с двумя семядольными, одним тройчатосложным и одним перистосложным листьями.

Ювенильная особь - розеточная небольшая особь без семядольных листьев (рис. 1, j), пожелтевших, скрученных и опавших или оставшихся на растении, но не выполняющих своей фотосинтезирующей функции. Листьев на таком побеге обычно три-пять, все они непарно перистосложные. Число пар листочков от двух до четырех, в длину листочки более 2 см. Листочки сложных листьев имеют четкое ветвление жилок, верхушечный овальный имеет пять боковых жилок, боковые яйцевидные - четыре. На массиве Сарыкум зафиксированы разные морфологические типы ювенильных особей с разным сочетанием сложных типов листьев:

Растения с тремя-четырьмя тройчатосложными листьями;

Растения с тремя листьями, из которых: один - тройчатосложный, один - парно перистосложный из двух листочков, один непарноперистосложный из пяти листочков;

Растения с тремя-четырьмя листьями: одним тройчатосложным и двумя-тремя непарноперистосложными.

Растения с пятью листьями: одним тройчатосложным, одним парно перистосложным из двух листочков, тремя непарно перистосложными.

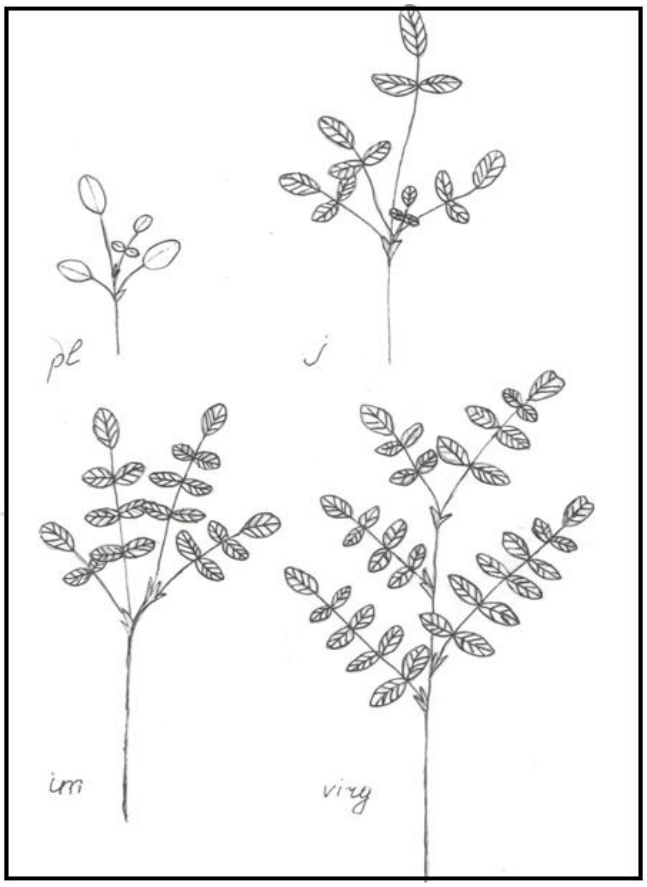


Рисунок 1. Особи эспарцета Майорова на начальных этапах онтогенеза

Имматурная особь – растение с одним не ветвистым вегетативным побегом длиной до 10-15 см. Побег может быть укороченным, но чаще - удлиненный, междоузлия могут составлять даже 7-8 см. Листьев на таком растении не менее трех, обычно три-пять, но может быть и немногим более этого числа. Все листья имматурного растения непарноперистосложные (рис. 1, im). Они имеют две-три пары яйцевидных (эллиптических) листочков с ясно выраженными основной и боковыми жилками. Крупных боковых жилок может быть 4-5 пар.

Виргинильная особь – это молодое растение с 1-3 вегетативными удлиненными побегами, имеющими длину около 15-25 см. Однако, побеги, выросшие на каменистом месте, более низкие. Число листьев возрастает в сравнении с имматурными особями, их семь или более, каждый непарно перистосложный лист состоит из 6-7 пар листочков, длиной до 3 см, шириной до 1,5 см. Верхний листочек сложных листьев может быть обратносердцевидным (рис. 1, virg). Хорошо заметные разветвленные жилки часто окрашены в бордовый цвет. Нередко встречаются листья с «мраморным рисунком», создаваемым такими жилками. Большего развития такой рисунок получил у особей, растущих на субстрате с вкраплениями камней или вблизи с железнодорожным полотном.

Для особей на ранних этапах онтогенеза характерна незначительная встречаемость в летние месяцы, это связано с сильной жарой и инсолирующим действием песков, молодые менее ксерофильные особи массово погибают здесь.

Заключение. В итоге следует отметить, что исследования, проведенные в locus classicus эспарцета Майорова на заповедных песках массива Сарыкум, выявили наличие растений в разных возрастных состояниях, в том числе - особей на начальных этапах онтогенеза. Начальные этапы онтогенеза у эспарцета Майорова диагностируются с помощью признаков разного сочетания типов листьев и разделяются на проростки, ювенильные, имматурные и виргинильные растения. Проростки эспарцета Майорова имеют гипокотильный тип прорастания и характеризуются гетеробластией, у них зафиксированы простые, тройчатосложные и перистосложные листья в различном сочетании. После высыхания и скручивания семядольных листьев у ювенильных растений начинают активно функционировать настоящие листья разного числа и характера сложности. У имматурных особей изучаемого растения на одиночном невысоком побеге все листья непарноперистосложные с небольшим числом листочков, а у виргинильных особей на 1-3 удлиненных побегах наблюдаются непарноперистосложные листьями с большим числом листочков. Разнообразие проявлений форм особей эспарцета Майорова на ранних этапах онтогенеза, вероятно, имеет важное адаптивное значение в экстремальных условиях песков Сарыкума.

Список литературы

1. Аджиева А. И. Конспект флоры сосудистых растений массива Сарыкум (Дагестан) // Ботанический журнал. 2015. № 12. С. 1298-1310.
2. Ахмедова З. М, Магомедова Б. С., Шахбанова З. З., Бабаева Д. Р. Демографические исследования популяции Onobrychis majorovii на территории заповедника «Дагестанский» // Флора и заповедное дело на Кавказе: история и современное состояние изученности; материалы международной конференции (22-25 мая 2019 года, Пятигорск). Пятигорск: ПГУ. 2019. – С. 20-21.
3. Бабаева Д. Р. Начальные этапы онтогенеза и пространственное размещение особей эспарцета Майорова на массиве Сарыкум // Тезисы докладов студенческой научно-теоретической конференции по приоритетным направлениям науки и техники ДГУ. Махачкала: Издательство ДГУ. 2020. С. 4-5.
4. Майоров А. А. Эоловая пустыня у подножья Дагестана. Махачкала: Издательство Дагестанского НИИ,1928. 116 с.
5. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура): коллективная монография / О. В. Смирнова, Л. Б. Заугольнова, И. М. Ермаков [и др.]; под ред. А. А. Уранова, Т. Н. Серебрякова. Москва: Наука, 1976. 217 с.
6. Шахбанова З. З. Популяционное изучение Onobrychis majorovii Grossh. на массиве Сарыкум. // Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. Махачкала: Институт геологии ДНЦ РАН. С. 2016. 219−222.
7. Шахбанова З. З. Демографические исследования Onobrychis majorovii Grossh. на массиве Сарыкум / З. З. Шахбанова. // Актуальные проблемы химии, биологии и биотехнологии. Владикавказ. 2017. С. 72 –73.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗЮЗНИКА БЛЕСТЯЩЕГО *(LYCOPUS LUCIDUS* L.) В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Бабенко Л. В.
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных
и ароматических растений» (ФГБНУ ВИЛАР), 117216 Россия, Москва,
ул. Грина, д.7.
E-mail:a250abcd@yandex.ru

PHENOLOGY OF THE *LYCOPUS LUCIDUS* L. IN THE MOSCOW REGION

Babenko L. V.
Federal State Budgetary Institution for Science
"All-Russian research Institute of medicinal and aromatic plants"
Russia, Moscow,
a250abcd@yandex.ru

Аннотация. Целью нашего исследования было изучение фенологического цикла зюзника блестящего в условиях Подмосковья. Дано описание прохождения фенофаз за период с 2016 по 2021 года в связи с метеоусловиями. Выявлена возможность выращивания зюзника блестящего как многолетней культуры, что будет являться одном из способов сохранения и распространения данного вида.

Ключевые слова: зюзник блестящий, фенология, фенофаза, биологическая коллекция.

Abstract. The purpose of our study was to study the features of phenology of *Lycopus lucidus* of the Moscow region. The description of the passage of the phenophases for 2016-2021 is given. The possibility of growing *L. lucidus* as a perennial crop, which is one of the ways to preserve wild species, has been revealed.

Keywords: *Lycopus lucidus* L.: phenology; phenophase; biological collection.

Одной из основных задач биологических коллекций ботанических садов является сохранение и воспроизведение видов растений с целью поддержания биоразнообразия, являющегося одной из основ устойчивости экосистем. В ФГБНУ ВИЛАР на протяжении 6 лет проводились наблюдения за одним из малоизученных видов *Lycopus* семейства Яснотковые (*Lamiaceae*)**:** *зюзником блестящим (Lycopus lucidus L.).*

Зюзник блестящий (*Lycopus lucidus* L.) – многолетник высотой 40-80 см. с голыми четырёхгранными стеблями. Цветки собраны в плотный пазушный укороченный открытый тирс из двух дихазиев. Венчик 3,5-4 мм длиной, белый. Корневище короткое 8-12 см, до 5-8 мм в диаметре, с тонкими столонами длиной около 20 см, располагающимися радиально, с небольшими утолщениями почек возобновления на концах. Листья почти сидячие, продолговато-ланцетные или ланцетные, кожистые, голые, сверху блестящие, до 8 см длиной и до 3,5 см шириной. Расположение листьев супротивное. Плоды – трёхгранные орешки около 1,3 мм длиной, усечено-обратнояйцевидные, с утолщенными рёбрами. Зюзник блестящий имеет восточно-азиатский континентальный тип ареала, на территории России встречается в Восточной Сибири (юг) и на Дальнем Востоке: в Амурской и Сахалинских областях, Хабаровском и Приморском крае (Журавлёв, 2004).

В зюзнике блестящем найдены тритерпеноиды, а также глюказид b-ситостерина и флавоноид линарин, эфирное масло, углеводы, дубильные вещества, сердечные гликозиды, сапонины, смолы. Зюзник блестящий (корни, листья и плоды) применяют в китайской,

японской и корейской медицине, порошок или настой из надземной части растений проявляют седативный эффект (Журавлев, 2004; Непокойчицкий, 2006).

Объекты и методы исследования. Экспериментальная часть исследований выполнена в 2016-2021 годах в ФГБНУ ВИЛАР (Московский регион). Семена зюзника блестящего (урожай 2012 г) были получены по обменному фонду из Польши (г. Броцлав). До посева семена хранились 4 года в комнатных условиях при температуре +20+25 ^{0} С.

Посев провели в условиях защищённого грунта 15.05.2016 г. в паллеты 7×7 см. Рассаду выращивали в течение двух месяцев при температуре +18…+20 °С и освещённости 1000 – 1200 lux. Состав почвенной смеси: торф: песок: дерновая земля 1:1:1; $N:P_2O_5:K_2O$ – 250:400:500 мг/кг; pH 6–7. Рассада высажена в открытый грунт 22.07.2016 г. по схеме 20х60 см. Площадь делянок 0,8 м^2, повторность опыта четырёхкратная. Учитывали 25-35 растений. Фенологические наблюдения проводили по методике Бейдеман И.Н.(1974).

Результаты и обсуждение. Зюзник блестящий в условиях Московской области характеризуется невысоким сезонным приростом фитомассы, относительной устойчивостью к условиям зимнего периода, поздним сроком начала вегетации, замедленным ростом побегов, имеет довольно длительный цикл развития.

В течение вегетационного сезона 2016 г. не отмечалось резких колебаний температуры и количество осадков превышало среднюю многолетнюю норму в мае, июле и августе. На момент высадки в поле растения зюзника блестящего имели высоту 8,5±0,6 см, и к концу вегетационного периода – 30,2±2,7 см. Основная часть растений зюзника блестящего в первый год вегетации достигла фазы цветения и плодообразования. Семена до начала заморозков вызрели. Выпады на переходящем питомнике зюзника блестящего с первого на второй год вегетации были очаговыми, погибло 18-24% растений. Весной наблюдалось активное отрастание новых побегов за счет почек возобновления, находящихся на концах столонов, радиально расходящихся от центрального корневища и на самом корневище.

На 2 год вегетации (2017 г.) весна и лето характеризовались прохладной и сырой погодой. Наблюдался активный рост растений и снижение интенсивности цветения и плодоношения. К концу вегетационного периода высота растений была наибольшей за 6 лет наблюдений и составила 48,5±3,7 см. Столоны имели хорошо развитые почки возобновления с толщиной 0,3-0,5 см. Это позволило зюзнику блестящему хорошо перезимовать на переходящем питомнике: выжило 86-90% растений, выпады были очаговыми.

На 3 год вегетации (2018 г.) не отмечалось резких колебаний температур: среднемесячные температуры соответствовали норме с небольшим превышением вплоть до октября. Основная часть семян вызрела. Зюзник блестящий перезимовал удовлетворительно (выпады составили 20-30%).

На 4 год вегетации (2019 г.) наблюдалось жаркое и засушливое начало весны и лета (в апреле дефицит влаги составил 19% и в июне 88% от нормы). Растения с неглубокой корневой системой, в том числе и зюзник блестящий, находились в условиях дефицита почвенной влаги. Растения не набрали достаточной фитомассы, но быстрее достигли фазы начала плодоношения.

Весной 2020 г. среднемесячные температуры и количество осадков соответствовали норме. Растения успешно достигли фазы цветения и плодоношения.

В 2021 резкие перепады весенних температур удлинили продолжительность весеннего отрастания зюзника блестящего. Но равномерные осадки весеннего и раннелетнего периода позволили растениям вернуться к средним показателям прохождения фенофаз.

В период наблюдений вегетация растений зюзника блестящего начиналась во 2 декаде мая; отрастание побегов – в течение июня и первой половины июля; бутонизация отмечена в конце июля - начало августа; цветение – конец августа - сентябрь; плодоношение – в октябре-ноябре (рисунок).

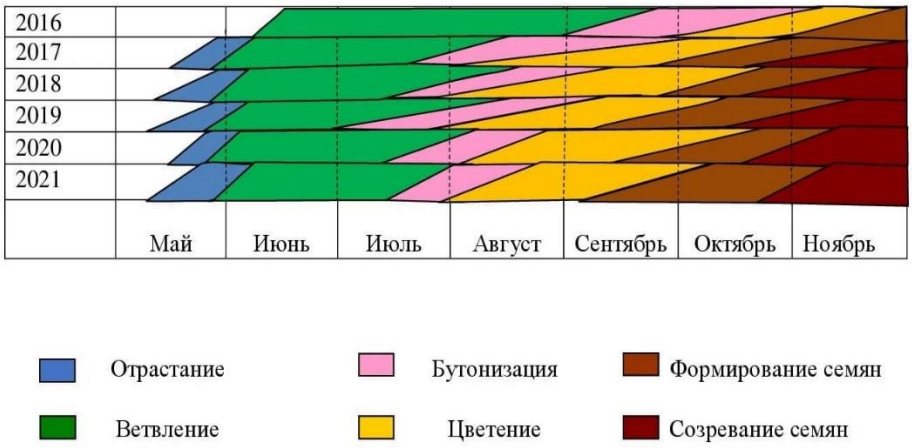


Рисунок 1. Фенологический спектр *Lycopus lucidus* 1-6 года вегетации, 2016-2021 гг., ВИЛАР

Фазы бутонизации, цветения и плодоношения зюзника блестяшего накладываются друг на друга: одновременно происходит формирование бутонов, цветение и формирование семян. Созревание семян растянуто по времени.

Ниже в табл. 1 приведены данные по фенофазам зюзника блестящего.

Таблица 1. Продолжительность фенофаз растений *Lycopus lucidus* 1-6 года вегетации 2017-2021 гг., ВИЛАР, сут.

Фенофазы	Отрастание / прорастание	Ветвление	Бутонизация	Цветение	Плодоношение	Созревание семян	Продолжит. вегетационного периода
2016	25	70	21	44	30	-	190
2017	15	44	18	43	31	30	181
2018	17	42	19	45	29	31	185
2019	16	45	16	43	28	31	179
2020	18	41	15	47	29	31	181
2021	17	42	18	45	30	30	182
Среднее много-летнее*	16,6	43,2	17,2	44,6	29,4	30,6	182

*кроме 1-го года вегетации, т.к. растения выращивали рассадным способом.

В первый год жизни, при выращивании через рассаду, растения зюзника блестящего имели растянутую фазу ветвления, что не позволило к наступлению холодного периода пройти фазу созревания семян. В полевых условиях растения находились со второго года вегетации и прошли все фенофазы.

По результатам наблюдений отрастание зюзника блестящего происходит при накоплении сумм эффективных положительных температур +398,4 °С (от +388 до +410 °С).

Фаза бутонизации наблюдается при накоплении средних сумм эффективных температур +1252,6 °С (табл. 2). Отмечено, что в 2017 г на продолжительность фазы ветвления (71 день) оказали влияние количество осадков и средние суточные температуры. При повышении количества осадков на 70,4 мм по сравнению со средними за 5 лет вегетации и на 12,9 мм осадков по сравнению со средним за 10 лет (255,1 мм), а также снижении среднесуточной температуры (на 3,2 °С) в период ветвления, фенофаза бутонизации отодвинулась на 7,4 суток (при средн. 63,6 суток). В 2019 г отмечено ускоренное наступление фенофазы ветвления при дефиците влаги (уменьшение количества осадков на 104,4 мм по сравнению со средними за 5 лет вегетации и на 162,1 мм по сравнению за 10 лет) и повышении среднесуточных температур (на 1,4 °С). Фаза ветвления длилась 55 суток (при среднем значении 63,6 суток).

Таблица 2. Характеристика метеорологических факторов во время прохождения фенофаз зюзника блестящего за вегетационный период 2017-2021 гг.

Стадия вегетации	Фенофаза		Сумма средне-суточных температур, °С	Средне-суточные температуры, °С	Сумма осадков, мм	Число дней с осадками
	календарные даты прохождения	продол-житель-ность, дней				
От начала весеннего отрастания до начала бутонизации	11.05.17- 20.07.17 10.05.18- 18.07.18 15.05.19- 09.07.19 18.05.20- 17.07.20 12.05.21- 12.07.21	71 69 55 61 62	1197,7 1358,4 1179,0 1340,6 1187,3	+14,2 +17,6 +18,5 +17,2 +19,7	268 140 93 383 104	43 28 21 42 23
Средн. показатели	-	63,6	1252,6	+17,4	197,6	31,4
От начала бутонизации до конца цветения	20.07.17- 11.10.17 18.07.18- 15.10.18 09.07.19- 06.10.19 17.07.20- 12.10.20 12.07.21- 05.10.21	83 89 87 80 85	1313,2 1507,2 1320,6 1330,4 1389,3	+15,4 +16,6 +14,8 +15,6 +16,0	156 193 166 195 235	38 42 58 38 48
Средн. показатели	-	84,8	1372,1	+15,7	189,0	44,8

От начала цветения до созревания семян	27.07.17-10.11.17 30.07.18-12.11.18 23.07.19-07.11.19 20.07.20-10.11.20 19.07.21-10.11.21	105 105 106 112 113	1282,1 1420,0 1337,0 1466,9 1382,0	+11,7 +12,8 +12,5 +13,3 +12,3	219 173 179 251 262	57 45 70 52 65
Средн. показатели	-	108,2	1377,6	+12,5	216,8	57,8
От начала весеннего отрастания до конца вегетации	11.05.17-10.11.17 10.05.18-12.11.18 15.05.19-07.11.19 18.05.20-10.11.20 12.05.21-10.11.21	181 185 179 181 182	2506,8 2843,9 2759,8 2498,9 2684,3	+12,9 +15,1 +14,6 +14,7 +15,2	490 372 324 635 395	102 84 103 96 91
Средн. показатели	-	181,6	2658,7	+14,5	443,2	95,2

Фаза окончания цветения у зюзника блестящего происходит при накоплении сумм эффективных температур +1372,1 °С. На продолжительность данной фенофазы основное влияние оказывает температурный режим. Уменьшение среднесуточной температуры в 2019 г. на 0,9 °С по сравнению со средними показателями за 5 лет привело к удлинению фазы окончания цветения на 7 суток (при среднем значении 84,8 суток). Достаточное количество осадков при повышении среднесуточных температур приводит к удлинению периода цветения. Так в 2018 г. при сумме среднесуточных температур +1507,2 °С и 193 мм осадков (из которых 70% пришлось на июль) наблюдалась максимальная продолжительность цветения зюзника блестящего (89 суток). В 2020 г. ускоренное прохождение фенофазы цветения (80 суток) при средних значениях суммарных температур было вызвано уменьшением количества осадков в августе (35 мм).

Для прохождения периода от начала цветения до созревания семян зюзнику блестящему требуется сумма эффективных температур +1377,6 °С. Уменьшение количества осадков в 2018 и 2019 гг. (на 41,8 мм и 37,0 мм) в этот период при средних температурах ускоряет начало созревания семян на 2-3 дня. Увеличение количества осадков в 2020 и 2021 гг. в период созревания семян при повышении среднемесячной температуры на +1,1 °С (в 2020 г.) и на +0,6°С (в 2021 г.) привело к удлинению фазы созревания семян на 4-5 суток.

Влияние суммарных температур и количества осадков на продолжительность фенофазы от начала цветения до созревания семян не существенно. До конца вегетации в период с 2017 г. по 2021 г. зюзник блестящий набрал в среднем сумму среднесуточных температур +2658,7 °С (от +2506 °С до +2844 °С). Окончание вегетации в Московской области обусловлено наступлением постоянных отрицательных температур, при которых

прекращаются (или приостанавливаются) процессы роста и развития в надземной и подземной части растений.

При наступлении холодного периода (с конца сентября по 1-ую декаду ноября) зюзник блестящий в течении 14-20 дней приобретает и удерживает антоциановую окраску, не сбрасывая листвы, что позволяет использовать его в декоративном озеленении как фоновую культуру.

Заключение. По данным многолетних исследований в условиях Подмосковья, зюзник блестящий показал себя как устойчивая многолетняя культура. Необходимая сумма среднемесячных температур для прохождения всех фенофаз составляет + 2558,7 °С. В весенне-летний период при выпадении значительного количества осадков наблюдается удлинение фазы ветвления. При повышении суммы среднесуточных температур выше средних многолетних значений происходит ускорение наступление фазы начала бутонизации. На завершающих периодах вегетации (в фазе созревания семян) суммарная среднесуточная температура, как и количество осадков не влияют на продолжительность этой фазы.

Средняя продолжительность вегетационного периода зюзника блестящего составила 181,6 суток, что соответствует климатическим условиям Московской области, где продолжительность безморозного периода составляет 180-220 суток.

Работа выполнена по теме FGUU-2022-0014 Формирование, сохранение и изучение биоколлекций генофонда различного направления с целью сохранения биоразнообразия и использования их в технологиях здоровьесбережения.

Список литературы

1. Бейдеман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, 1974.155 с.
2. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Журавлев Ю.Н., Воронкова Н.М., Баркалов И.Ю., Воронков А.А Лекарственные растения Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2004. 306 с.
4. Майсурадзе Н.И., Киселёв В.П, Черкасов О.А. Методика исследований при интродукции лекарственных растений. М.: ВИЛАР, 1984. 32 с.
5. Непокойчицкий Г. А. Большая энциклопедия. Лекарственные растения в народной медицине. М.: изд. «АНС», 2006. 960 с.

ИТОГИ СОЗДАНИЯ КОЛЛЕКЦИИ «ДЕКОРАТИВНЫЕ РАСТЕНИЯ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ» В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ЮФУ

Бурлуцкая Л.В.
Ботанический сад Академии биологии и биотехнологии Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, Россия
lvb@sfedu.ru

RESULTS OF CREATING THE COLLECTION «DECORATIVS PLANTS OF NATURAL FLORA» IN THE BOTANICAL GARDEN OF SFU

Burlutskaya L.V.
Botanical garden of the Academy of Biology and Biotechnology of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
lvb@sfedu.ru

Аннотация. Проанализирован состав коллекции декоративных растений природной флоры, насчитывающий 227 видов 47 семейств. Разработан принцип демонстрации коллекции на участке по системе А. Л. Тахтаджяна. Выявлены оптимальные размеры делянок. Коллекция демонстрирует многообразие жизненных форм и декоративности видов. Виды коллекции можно использовать в ландшафтных композициях любых типов и создавать из них участки непрерывного цветения.

Ключевые слова: вид, систематика, коллекция, декоративность, жизненные формы.

Abstract. The composition of the collection of ornamental plants of natural flora, numbering 227 species of 47 families, is analyzed. The principle of demonstration of the collection on the site according to the system of A. L. Takhtajyan has been developed. Optimal sizes of plots have been identified. The collection demonstrates a variety of life forms and decorative species. The species of the collection can be used in landscape compositions of any type and create areas of continuous flowering from them.

Keywords: species, taxonomy, collection, decorative, life forms.

В условиях все возрастающего действия антропогенного фактора на живую природу, актуальными являются вопросы сохранения биоразнообразия. Декоративные растения природной флоры, сохранившиеся после распашки земель по балкам и неудобьям, уничтожаются населением в силу своей привлекательности. Сбор цветущих видов на букеты, массовая выкопка растений для нужд озеленения приводит к резкому уменьшению популяций. Под угрозой исчезновения становится все больше видов.

В этой связи, действенным методом их сохранения является выращивание в ботанических садах, которое позволяет наряду с решением определенных задач, вести учебно-просветительскую деятельность среди населения, разрабатывать методы культивирования и размножения дикорастущих видов для насыщения рынка востребованными декоративными «дикарями».

Коллекция «Декоративные растения природной флоры» относится к разряду коллекций хозяйственно-полезных растений и основным критерием отбора растений для нее является декоративность. Растения, формирующие ее, могут быть цветочно-декоративными, декоративно-лиственными или проявлять в более-менее равной степени оба этих качества.

Создание коллекции «Декоративные растения природной флоры» Ботанического сада ЮФУ начато в 1972 году. Первый этап характеризовался накопительной направленностью. Собирали виды местной флоры и других регионов, полученные из

ботанических садов всего мира. Проводили интродукционные испытания и виды, успешно его прошедшие, оставались в коллекционном фонде.

По мере накопления видов, коллекцию стали формировать по систематическому принципу, обращая внимание на родовые комплексы и всячески их расширяя. Так, были сформированы родовые комплексы: p. Allium, p. Iris, p. Sedum и другие.

В процессе разработки поставленных задач были выделены следующие приоритетные направления:

- максимально возможный охват многообразия растительного мира в рамках специфики коллекции;
- сохранение редких и исчезающих видов в культуре;
- формирование коллекции как базы научных исследований, учебного процесса и демонстрационно-просветительской деятельности;
- изучение биологических особенностей растений в условиях засушливого климата степной зоны;
- выращивание коллекционного материала, прошедшего интродукционное испытание, в качестве исходных маточников цветочных культур для зеленого строительства;
- разработка технологий промышленного выращивания перспективных видов.

В результате анализа видового состава и агротехнического состояния коллекции «Декоративные растения природной флоры» в 2000 г. возникла необходимость в ее реконструкции. В процессе ее осуществления был разработан прием экспонирования, демонстрирующий филогенетические связи подклассов двудольных и однодольных цветковых растений.

В настоящее время, путем расположения грядок с видами растений на участке, показана система иерархических взаимоотношений таксонов различных категорий по системе А. Л. Тахтаджяна (Жизнь растений, 1980). Коллекция «Декоративные растения природной флоры», насчитывающая в 2021 году 227 видов, 131 род, относящиеся к 47 семействам, охватывает 7 подклассов и 29 порядков (табл. 1). Подклассы на участке занимают строго ограниченные массивы и расположены друг относительно друга в соответствии со схемой эволюционного развития. Виды и роды одного семейства растут на близлежащих грядках.

Таксономический анализ показал, что наиболее широко здесь представлены сем. Crassulaceae (22 вида, 6 родов), Asteraceae (20 видов, 18 родов), Lamiaceae (20 видов, 12 родов), Ranunculaceae (17 видов, 11 родов).

Представляют интерес родовые комплексы: p. Allium (16 видов), p. Iris (14 видов).

Этот этап характеризуется более глубоким изучением видового разнообразия декоративных растений природной флоры, изучением систематики, биологических особенностей, феноритмотипов выращиваемых культур и разработками технологий их выращивания.

Эксперимент по выращиванию коллекционных образцов на площадках размерами 1х1 м² и 2х2 м² показал, что при выборе размеров делянки необходимо учитывать тип жизненных форм по классификации Г.М. Зозулина (Жизнь растений, 1974), учитывающий способы удержания растениями площади обитания и способы распространения по ней. Наблюдения показали, что в коллекции 24 реддитивных вида,143 рестативных, 51 иррумптивный и 9 вагативных.

В результате проведенных исследований выявлено, что на метровых делянках достаточно стабильно растут реддитивные виды. Иррумптивные, активно захватывающие территорию, в среднем, через два года полностью смыкаются и выходят за пределы отведенной площади. Далее, разрастаясь, они внедряются на соседние делянки, тем самым,

засоряя коллекционные образцы. У рестативных видов процесс освоения территории проходит более растянуто во времени. Будучи посаженными на метровых площадках, они в течение трех-четырех лет срастаются и занимают дорожки, затрудняя передвижение по участку.

Наиболее универсальными оказались делянки размером 2х2 м² (с дорожками 0,6 или 1 м). На них возможно возделывание реддитивных, иррумптивных, рестативных и вагативных видов. Однако последние, «кочующие виды», требуют практически ежегодной коррекции своего местоположения и возврата на исходную площадь. Иррумптивные виды, выходящие за пределы отведенной им площади, удаляют по мере разрастания.

Коллекция демонстрирует многообразие растений. Здесь представлены виды как местной флоры, так и других регионов страны и мира, в том числе требующие охраны. В коллекции 22 вида, занесенных в Красную Книгу Ростовской области и 11 видов, занесенных в Красную Книгу Российской федерации.

Коллекционные образцы представляют собой различные жизненные формы по классификации И.Г. Серебрякова (Серебрякова Т.И., 1972). Анализ коллекции показал, что в ней представлено 14 типов жизненных форм (табл. 2). Больше всего (68) короткокорневищных видов. Разрастаясь, они образуют декоративные куртины, но в то же время не являются агрессорами, что позволяет использовать их в различных типах озеленения. В коллекции 32 луковичных и 12 клубнеобразующих видов являются эфемероидами. Это дает возможность им хорошо переносить летние засухи, характерные для степной зоны Нижнего Дона.

Таблица 1. Таксономическая характеристика коллекции

Класс	Подкласс	Порядок	Семейство	Количество	
				родов	видов
Двудольные	Гамамелидиды	Гамамелисовые	Buxaceae	1	1
	Ранункулиды	Лютиковые	Ranunculaceae	11	17
		Маковые	Papaveraceae	2	2
			Fumariaceae	1	2
	Кариофиллиды	Гвоздичные	Caryophyllaceae	5	6
		Кактусовые	Cactaceae	1	1
		Плюмбаговые	Limoniaceae	3	3
	Дилленииды	Пионовые	Pionaceae	1	4
		Чайные	Hypericaceae	1	2
		Фиалковые	Violaceae	1	2
			Cistaceae	1	3
		Каперсовые	Brassicaceae	8	8
		Первоцветные	Primulaceae	3	3
		Молочайные	Euphorbiaceae	1	3
		Мальвовые	Malvaceae	1	1
	Розиды	Камнеломковые	Saxifragaceae	1	1
			Crassulaceae	6	22
		Розовые	Rosaceae	4	5
		Бобовые	Fabaceae	1	1
		Миртовые	Onagraceae	1	3
		Рутовые	Rutaceae	1	1
		Гераниевые	Linaceae	1	3
			Geraniaceae	1	1
		Аралиевые	Apiaceae	2	2
	Астериды	Горечавковые	Apocynaceae	1	2
			Asclepiadaceae	1	1
		Ворсянковые	Valerianaceae	1	1
			Dipsacaceae	1	1

		Синюховые	Polemoniaceae	1	1
			Boraginaceae	2	2
		Яснотковые	Lamiaceae	12	20
			Scrophulariaceae	2	4
		Колокольчиковые	Campanulaceae	1	1
		Астровые	Asteraceae	18	20
Однодольные	Лилииды	Лилейные	Melanthiaceae	1	1
			Liliaceae	3	10
			Hyacinthaceae	7	8
			Hemerocallidaceae	1	7
			Hostaceae	1	1
			Alliaceae	1	16
			Asphodelaceae	3	5
			Agavaceae	1	1
			Amaryllydaceae	2	2
			Asparagaceae	1	3
			Iridaceae	3	14
			Commelinaceae	1	1
			Poaceae	7	8

Таблица 2. Жизненные формы коллекции

Группа	Жизненная форма	Количество, шт.
Ранневесенние (25 шт.) Период цветения: середина февраля – середина апреля	полукустарничек	1
	стержнекорневые	3
	кистекорневые	6
	короткокорневищные	4
	луковичные	2
	клубнеобразующие	8
	наземнополучие	1
Весеннецветущие (64 шт.) Период цветения: середина апреля –май	полукустарник	1
	полукустарничек	6
	стержнекорневые	4
	кистекорневые	3
	короткокорневищные	16
	длиннокорневищные	2
	дерновинные	1
	луковичные	19
	клубнеобразующие	5
	наземнополучие	5
	корнеотпрысковые	1
	монокарпические травы	1
Весенне-летне-цветущие (54 шт.) Период цветения: май-июнь	полукустарничек	11
	стержнекорневые	6
	кистекорневые	3
	короткокорневищные	17
	длиннокорневищные	6
	дерновинные	3
	луковичные	5
	клубнеобразующие	1
	наземнополучие	2
Летнецветущие (65 шт.) Период цветения: июнь-август	кустарник	2
	кустарничек	1
	полукустарничек	5
	стержнекорневые	7
	кистекорневые	1
	короткокорневищные	26

	длиннокорневищные	4
	луковичные	7
	клубнеобразующие	1
	наземноползучие	4
	корнеотпрысковые	1
	монокарпические травы	6
Летне-осеннецветущие Период цветения: август-сентябрь (12 шт.)	стержнекорневые	3
	короткокорневищные	5
	дерновинные	1
	клубнеобразующие	2
	монокарпические травы	1
Осеннецветущие Период цветения: сентябрь-ноябрь (7 шт.)	стержнекорневые	1
	короткокорневищные	1
	длиннокорневищные	1
	дерновинные	1
	луковичные	1
	клубнеобразующие	2

Фенологические наблюдения показали, что многолетники цветут, в среднем, на протяжении месяца, луковичные и клубнелуковичные культуры – 10 дней. Максимальное количество цветущих видов наблюдали в период с середины апреля до начала июня, в это время коллекция приобретает наиболее декоративный эффект. Проведенный анализ показал, что ранневесенних видов в ней 25, весеннецветущих – 64, весеннее-летнецветущих – 53, летнего срока цветения – 65, летнее-осеннецветущих – 12, осеннего срока цветения – 7. Такое разнообразие позволяет создавать участки непрерывного цветения в любых ландшафтных композициях. Однако следует отметить недостаточность цветов летнее-осеннего и осеннего сроков цветения, в связи с чем, необходимо привлекать в коллекцию такие виды.

Выращиваемые виды отличаются высокой декоративностью (это качество является определяющим для внесения их в данный коллекционный фонд). При этом 121 вид имеет одинаково красивые и цветы, и листья, 95 – являются только красивоцветущими, а 11 – декоративно-лиственными.

Коллекционные растения хорошо переносят и летние засухи, и обладают достаточной морозостойкостью. В коллекции 63 зимнезеленых вида, которые могут украшать участки в бесснежные зимы, характерные для нашего климата. В зимний период некоторые виды изменяют окраску листьев (за счет антоциановых пигментов), при этом их декоративность не уменьшается, а у Bergenia crassifolia (L.) Fritsch и Sedum album L. наоборот, увеличивается. Зимнезеленые виды практически круглый год являются декоративно-лиственными, усиливая свою декоративность в период цветения.

В то же время актуальным остается формирование коллекции по хозяйственно-ценным признакам, применяемым в озеленении: бордюрные растения, луковичные, для скальных садов, для групп, солитеры, почвопокровные и другие. Некоторые культуры, например Asphodeline lutea (L.) Reichb., A. taurica (Pall. ex Bieb.) Endl., Eremurus spectabilis Bieb., E. stenophyllus (Boiss. & Buhse) Baker, Liatris spicata (L.) Willd. имеют форму свечи, многие виды характеризуются подушковидной формой. Почти треть культур, представленных в экспозиции, являются почвопокровными растениями, образующими различные по окраске цветов и листьев ковры.

В целом, коллекция «Декоративные растения природной флоры», демонстрируя многообразие растений, сохраняя редкие и исчезающие виды, выполняя научную, учебную и хозяйственную функции, остается привлекательной в течение всего года.

Список литературы

1. Жизнь растений. – М.: Просвещение, 1974. – Т.1. – 487 с.
2. Жизнь растений. – М.: Просвещение, 1980. – Т.5. – Ч.1. – 430 с.
3. Серебрякова Т.И. Учение о жизненных формах растений на современном этапе // Итоги науки и техники. Ботаника. Т.1. – М.: ВИНИТИ, 1972. – С. 84-169.

ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ И ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА САРАТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Демочко Ю.А., Куликова Л.А., Серова Л.А.
Учебно-научный центр «Ботанический сад» СГУ им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия
flora.unc@yandex.ru

EVALUATION OF THE SUCCESS OF THE INTRODUCTION OF SOME MEDICINAL AND SPICY-AROMATIC PLANTS GROWING ON THE TERRITORY OF THE BOTANICAL GARDEN OF SARATOV STATE UNIVERSITY

Demochko Y.A., Kulikova L.A., Serova L.A.
Educational and Scientific Center "Botanic Garden" of Saratov State University, Saratov, Russia
flora.unc@yandex.ru

Аннотация. Приводятся сведения о лекарственных и пряно-ароматических растениях, произрастающих в условиях Учебно-научного центра «Ботанический сад» Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского. Затронуты вопросы успешности культивирования некоторых лекарственных и пряно-ароматических растений и возможности использования их для выращивания в качестве лекарственного и пряно-ароматического сырья. Из 97 изученных видов к малоперспективным можно отнести 12, к перспективным – 72 и к весьма перспективным – 13 видов.

Ключевые слова: пряно-ароматические растения, лекарственные растения, интродукционная оценка, ботанический сад.

Abstract. Information on medicinal and spicy-aromatic plants growing in the conditions of the Saratov Botanical Garden of Saratov State University is given. The issues of success of cultivation of some medicinal and spicy-aromatic plants and the possibility of using them for cultivation as medicinal and spicy-aromatic raw materials were touched upon. From the 97 studied species, 12 species can be attributed to unpromising ones, 72 species to promising ones and 13 species to very promising ones.

Keywords: spicy-aromatic plants, medicinal plants, introduction, introduction evaluation, botanical garden.

Всего на территории Учебно-научного центра «Ботанический сад» СГУ в 33-х специализированных коллекциях произрастает более 3500 видов и сортов растений. 59

видов растений являются охраняемыми на территории Саратовской области, а 6 из них – включены в Красную книгу Российской Федерации (Красная …, 2008; Красная …, 2021). Коллекция лекарственных и пряно-ароматических растений (наиболее часто употребляемых в народной и официальной медицине) создана на территории Ботанического сада СГУ в 1986 г., на тот момент она насчитывала 43 вида растений (Шилова, Панин, 2008). В 2021 году в состав данной коллекции входят более 100 видов. Это и виды, официально признанные медициной, и виды, которые часто применяются для лечения различных заболеваний в народной медицине. В основном, коллекция создана на основе местных видов, встречающихся на территории Саратовской области. Некоторые же растения (в основном это пряные травы) выращены из семян или привезены и адаптированы в местный климат из других, более теплых регионов.

За всеми растениями, находящимися в коллекции, проводятся круглогодичные фенологические наблюдения, по некоторым видам закладываются опыты по исследованию изменчивости морфологических параметров, изучению семенной продуктивности растений, влиянию на нее различных факторов (Гладилина, Шилова, Петрова, 2014; Гладилина, Шилова, Петрова, 2015 и др.). Сотрудниками отдела проводятся учебные практики по ботанике и фармакогнозии для студентов высших и средних специальных учебных заведений, а также ознакомительные экскурсии для школьников, учителей школ и преподавателей ВУЗов и интересующихся флористической тематикой граждан различных возрастных категорий. По данным проведенных фенологических наблюдений и лабораторных опытов по всхожести семян лекарственных и пряно-ароматических растений, а также по успешности интродукции некоторых видов опубликованы статьи в различных печатных изданиях (Шилова, Иванова, Гладилина, Петрова, 2013; Демочко и др., 2016, 2017; Демочко, Петрова, 2019 и др.). Каждый год происходит пополнение банка семян и гербарного фонда Ботанического сада.

Для оценки успешности интродукции видов, входящих в коллекцию лекарственных и пряно-ароматических растений, были выбраны многолетние данные по 97 видам растений. В таблице 1 представлены основные виды коллекции и сделана попытка оценить выбранные виды с точки зрения успешности их введения в культуру в условиях города Саратова. Приведены дата посадки каждого конкретного видообразца, статус охраны вида и принадлежность к официальной фармакопее (Государственная …, 2018) или народной медицине.

Для оценки успешности интродукции использовалась шкала В.Н. Былова и Р.А. Карписоновой (1978) с некоторыми изменениями и дополнениями (Шилова и др., 2007). Данная шкала учитывает способность растений к семенному и вегетативному размножению, их общее состояние и продуктивность цветения, устойчивость к вредителям и болезням, состояние после зимовки и летней засухи. Каждый параметр оценивался по 3-балльной шкале, при этом балл 1 ставился при низших показателях. Оценка производилась путем суммирования показателей по всем признакам. Суммарная оценка видов позволяет отнести их к одному из трех типов по успешности интродукции в данной зоне, а также показывает возможность их реинтродукции в места естественного обитания. По данной шкале малоперспективные к введению в культуру виды имеют суммарную оценку от 6 до 10 баллов, перспективные виды – от 11 до 15 баллов, очень перспективные – от 16 до 18 баллов.

Таблица 1. Краткая характеристика растений коллекции лекарственных и пряно-ароматических видов Ботанического сада СГУ

Название вида	Принадлежность к официальной фармакопее*	Охранный статус**	Оценка интродукционных параметров вида							Год посадки видообразца
			Семенное размножение	Вегетативное размножение	Общее состояние и продуктивность цветения	Устойчивость к болезням и вредителям	Состояние после зимовки	Устойчивость к засухе	**Суммарная оценка**	
Adonis vernalis L.	1	5	2	1	2	3	3	3	14	1980
Adonis wolgensis Stev	2	5	1	1	2	3	3	3	13	2010
Agastach mexicana Kunth	2		2	1	2	2	1	1	9	2001
Agrimonia pilosa L.	2		2	2	2	2	2	2	12	1986
Ajuga genevensis L.	2		2	2	2	2	2	3	13	1969
Alcea rugosa Alef.	2		2	2	2	3	2	2	13	2001
Althaea armeniaca Ten.	1		1	1	2	2	2	1	9	1989
Althaea officinalis L.	1		2	1	2	2	2	1	10	1986
Artemisia abrotanum L.	2		2	2	2	3	3	3	15	2017
Artemisia dracunculus L.	2		1	2	2	3	2	2	12	1989
Astragalus uliginosus L.	2	3б	2	2	3	3	2	3	15	2015
Bergenia crussifolia (L.) Fritsch	1		1	3	3	3	2	3	15	2004
Betonica officinalis L.	2		2	2	2	2	2	2	12	1989
Bistorta major S.F.Grey	1	3б	1	2	2	3	3	2	13	1989
Calamintha nepeta (L.) Savi	2		2	2	2	3	2	2	13	2002
Crambe maritima L.	2		1	2	2	2	2	2	11	2002
Crambe tatarica Willd.	2		1	2	2	2	2	2	11	2002
Digitalis ciliata Trautv.	2		2	2	2	2	3	2	13	2001
Digitalis ferruginea L.	2		3	2	2	2	3	2	14	2002
Digitalis grandiflora Mill.	2		2	2	2	2	3	2	13	2002
Digitalis lanata Ehrh.	2		3	3	3	2	3	2	16	2001
Echinacea angustifolia DC	2		1	1	1	1	1	1	6	2001
Echinacea purpurea (L.) Moench	1		3	3	3	3	3	1	16	2001
Eleutherococcus senticosus (Rupr.) Maxim	1		1	1	2	2	2	2	10	2004
Euphorbia cyparissias L.	2		2	3	3	3	3	3	17	2004
Ferulago galbanifera (Mill.) W.D.J. Koch	2	1	3	1	2	3	3	3	15	2001

Filipendula ulmaria L.	2		2	2	3	1	2	2	12	1991
Filipendula vulgaris L.	2		2	2	3	2	2	2	13	1991
Fragaria moschata Duchesne	2		1	3	2	2	2	1	11	2007
Fragaria vesca L.	1		1	3	2	2	2	1	11	1990
Galega orientalis Lam.	2		2	2	2	2	1	2	11	2000
Geum urbanum L.	2		2	2	2	2	2	2	12	1991
Gratiola officinalis L.	2		1	2	2	2	2	2	11	2011
Helichrysum arenarium (L.) Moench	1		2	2	2	2	2	2	12	2006
Hyssopus officinalis L.	2		3	3	3	3	3	3	18	2006
Inula helenium L.	1		2	2	2	2	2	2	12	1985
Inula salicina L.	2		2	1	1	2	2	1	9	2009
Lavandula officinalis Chaix	1		3	2	2	3	2	2	14	1988
Lysimachia vulgaris L.	2		2	3	3	3	3	2	16	1994
Macleaya cordata (Willd.) R.B.	2		1	3	2	2	2	2	12	2009
Melissa officinalis L.	1		2	1	1	2	1	1	8	2019
Mentha × *piperita* L.	1		2	3	3	3	3	2	16	2006
Mentha arvensis L.	2		2	2	2	2	2	2	12	2011
Mentha spicata L.	2		2	2	3	3	3	2	15	2005
Nepeta cataria L.	2		2	2	2	2	2	2	12	1985
Nepeta grandiflora M. Bieb.	2		2	2	2	2	2	2	12	1979
Nepeta pannonica L.	2		2	2	2	2	2	2	12	1982
Nepeta sibirica L.	2		2	2	2	2	2	2	12	2006
Ononis arvensis L.	1		2	3	3	3	3	3	17	2004
Origanum vulgare L.	1		2	3	3	3	3	3	17	1989
Podophyllum peltatum L.	2		1	2	2	2	1	1	9	2001
Polemonium caeruleum L.	1	3б, в	2	2	3	2	3	2	14	2003
Potentilla alba L.	2	2а	2	2	3	3	2	2	14	1984
Prunella vulgaris L.	2		2	2	2	3	2	3	14	1993
Rheum officinale Baill.	2		2	2	3	2	3	2	14	1989
Rubia tinctorum L.	1		1	2	2	3	3	2	13	1994
Ruta chalepensis L.	2		3	3	3	3	2	3	17	2004
Ruta graveolens L.	2		3	3	3	3	2	3	17	1986
Salvia glutinosa L.	2	1	2	2	2	2	3	2	13	2001
Salvia grandiflora Etl.	2		1	2	2	2	2	2	11	1980
Salvia nutans L.	2		2	1	2	2	2	2	11	2009
Salvia officinalis L.	1		2	1	2	3	2	3	13	2004
Salvia pratensis L.	2		2	3	3	3	3	3	17	1980
Salvia tesquicola Klokov & Pobed.	2		1	2	3	3	2	2	13	1968
Salvia verticillata L.	2		2	2	2	2	2	2	12	1981
Sanguisorba dodecandra Moretti	2		2	2	3	2	3	2	14	2004
Sanguisorba officinalis L.	2		2	2	2	2	2	2	12	1986
Sanguisorba tenuifolia Fisch. ex Link	2		2	2	2	2	2	2	12	2004

Satureja montana L.	2		2	3	3	3	3	3	17	1988
Scopolia carniolica Jacg.	2		1	2	2	2	1	1	9	2006
Scopolia caucasica Kolesn. ex Kreyer	2		1	2	2	2	1	1	9	2006
Scutellaria baicalensis Georgi	2		3	2	3	3	3	2	16	1981
Sida hermaphrodita (L.) Rusby	2		2	2	2	3	2	2	13	2001
Sideritis euxina Juz.	2		2	1	1	2	2	1	9	2009
Solidago virgaurea L.	2		2	2	2	2	2	2	12	1991
Tanacetum balsamita L.	2		2	2	2	3	2	2	13	2008
Tanacetum boreale Fisch. ex DC	2		1	1	1	2	1	1	7	2002
Thymus × *citriodorus* (Pers.) Schreb	2		1	3	3	3	2	2	14	2006
Thymus calcareous Klokov & Des.-Shost	2		1	2	2	3	2	2	12	2005
Thymus guberlinensis Iljin	2	3б, в	1	3	2	3	3	2	14	2006
Thymus marschallianus Willd.	2		1	3	3	3	3	2	15	2004
Thymus mugodzaricus Klokov & Des.-Shost.	2		1	2	2	3	2	2	12	2005
Thymus pallasianus Heinr. Braun	2		1	2	2	3	2	2	12	2002
Thymus praecox Opiz «Lilliputus»	2		1	2	2	3	2	2	12	2002
Thymus praecox Opiz «Drucepien»	2		1	3	3	3	2	2	14	2001
Thymus praecox Opiz «Pigmaeus»	2		1	1	2	3	2	2	11	2009
Thymus pseudolanuginosus Ronniger	2		1	2	2	3	2	2	12	2002
Thymus pulegioides L.	2		1	2	3	3	2	2	13	2006
Thymus serpyllum L.	1		1	2	2	3	2	2	12	1985
Thymus sibthorpii Benth.	2		1	2	2	3	2	2	12	2006
Thymus talijevii Klokov & Des.-Shost.	2		1	2	2	3	2	2	12	2006
Thymus uralensis Klokov	2		1	2	2	3	2	2	12	2015
Thymus vulgaris L.	1		1	2	2	3	2	2	12	2021
Thymus cimicinus Blum ex Ledeb	2	3а	1	3	3	3	2	2	14	2003
Veronica gentianoides Vahl	2		3	2	2	2	2	2	13	2001
Veronica incana L.	2		3	1	1	2	2	2	11	2000
Veronica spicata L.	2		3	2	3	3	3	2	16	2007

*- Виды растений, входящих в список официальной фармакопеи России (Государственная …, 2018) обозначены в таблице цифрой 1; виды растений, широко используемые в народной медицине и рекомендованные к продаже в сети аптек обозначены цифрой 2.

**- Для редких и охраняемых видов, внесенных в Красную книгу Саратовской области (2021) в таблице указаны категории статуса редкости (соответственно Красной книге России (2008): 1 – находящиеся под угрозой исчезновения, 2а – виды, неуклонно сокращающие свою численность, 3 – редкие растения: 3а – имеющие узкий ареал распространения и нуждающиеся в специальных охранных мерах; 3б – редкие растения, имеющие обширные ареалы со спорадически разбросанными популяциями, 3в – редкие растения, имеющие ареалы с узкой экологической приуроченностью, 5 – восстанавливаемые и восстанавливающиеся виды, численность которых приходит к состоянию, когда они не будут нуждаться в специальных мерах охраны.

Таким образом, на основании результатов многолетних исследований сделаны следующие выводы: согласно применяемой методике, к перспективным видам для выращивания в условиях Саратовской области следует отнести 71 вид, к малоперспективным к введению в культуру относятся 12 видов (*Scopolia caucasica* Kolesn. ex Kreyer, *Scopolia carniolica* Jacg., *Melissa officinalis* L., *Agastach mexicana* Kunth, *Podophillum peltatum* L., *Echinacea angustifolia* DC., *Tanacetum boreale* Fisch. ex DC, *Sideritis euxina* Juz., *Inula salicina* L., *Eleutherococcus senticosus* (Rupr.) Maxim, *Althaea armeniaca* Ten., *Althaea officinalis* L.). Эти виды не способны к устойчивому самовоспроизведению, не дают должного количества полноценных семян, плохо переносят зиму.

Очень перспективными к интродукции можно назвать следующие 14 видов: *Ruta graveolens* L., *Ruta chalepensis* L., *Lysimachia vulgaris* L., *Euphorbia cyparissias* L., *Scutellaria baicalensis* Georgi, *Satureja montana* L., *Digitalis lanata* Ehrh., *Salvia pratensis* L, *Origanum vulgare* L., *Mentha* × *piperita* L., *Hyssopus officinalis* L., *Echinacea purpurea* (L.) Moench, *Ononis arvensis* L., *Veronica spicata* L. Эти виды представляют большую ценность для получения лекарственных препаратов и обладают ценнейшими лечебными свойствами. Они обладают отличной зимостойкостью в данной климатической зоне, успешно воспроизводятся вегетативно и/или семенами.

Как отмечают некоторые авторы (Васфилова, Воробьева, 2011), факторы, определяющие интродукционную перспективность могут быть самыми различными. Это и жизненная форма растения, а также встречаемость и степень распространенности вида в регионе интродукции, принадлежность к определенному местообитанию и экологической группе и др. Дальнейшие фенологические наблюдения и лабораторные исследования каждого конкретного растения – важнейший этап на пути увеличения ресурсов лекарственного сырья в конкретных регионах, так как спрос на натуральные фармацевтические препараты с каждым годом возрастает.

Список литературы

1. Васфилова Е.С., Воробьева Т.А. Лекарственные и пряно-ароматические растения в условиях интродукции на Среднем Урале. [отв. ред. Л.А. Семкина]. РАН, УрО, Ботанический сад. Екатеринбург, 2011. 246 с.
2. Гладилина Т.Ю., Шилова И.В., Петрова Н.А. Феноритм и семенная продуктивность шалфея железистого (Salvia glutinosa L.) в условиях ботанического сада // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2014. №12. С. 97–103.
3. Гладилина Т.Ю., Шилова И.В., Петрова Н.А. Структура изменчивости некоторых морфологических параметров шалфея железистого (Salvia glutinosa L.) в условиях ботанического сада // Бюллетень БС СГУ. 2015. С. 79–85.

4. Государственная фармакопея Российской Федерации. XIV издание, Т. III. Москва, 2018. Электронный ресурс. Режим доступа: https://femb.ru/record/pharmacopea14.
5. Демочко Ю.А, Иванова Е.В., Шилова И.В., Костецкий О.В. Особенности прорастания семян двух видов Agastach (Lamiaceae Lindl.) в лабораторных условиях // Бюллетень Ботанического сада СГУ. 2016. С. 57–66.
6. Демочко Ю.А., Петрова Н.А. Первые итоги интродукции аврана лекарственного (Gratiola officinalis L., Scrophulariaceae) в Ботаническом саду СГУ // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2019. Т. 17. №1. С. 30.
7. Демочко Ю.А., Шилова И.В., Иванова Е.В., Костецкий О.В. Особенности прорастания семян буквицы лекарственной в лабораторных условиях // Бюллетень Ботанического сада СГУ. 2017. Т. 15. №1. С. 34–43.
8. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / гл. редколл.: Ю.П. Трутнев [и др.]; сост. Р.В. Камелин [и др.]. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2008. 855 с.
9. Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные / Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области. – Саратов: Папирус, 2021. – 496 с.
10. Шилова И.В., Иванова Е.В., Гладилина Т.Ю., Петрова Н.А. Особенности прорастания семян девясила высокого в лабораторных условиях // Вестник Мордовского университета. 2013. №3–4. С. 42–46.
11. Шилова И.В., Панин А.В. К истории отдела флоры и растительности УНЦ «Ботанический сад» СГУ им. Н.Г. Чернышевского // Бюллетень Ботанического сада СГУ. Вып.7. С. 14–23.
12. Шилова И.В., Панин А.В., Кашин А.С., Машурчак Н.В., Бердников А.В., Соловьева М.В. Методы интродукционного изучения лекарственных растений: учеб.-мет. пос. для студентов биол. фак. / Саратов: ИЦ «Наука», 2007. 45 с.

КОЛЛЕКЦИЯ ТРОПИЧЕСКИХ И СУБТРОПИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮФУ

Жегулова И.В.[1] , Игнатова М.А.[1]
[1] ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия
ivzhegulova@sfedu.ru, mariya_ignatova_23@mail.ru

Аннотация. Приводятся сведения о коллекции тропических и субтропических растений Ботанического сада Южного Федерального Университета. Рассматривается современное состояние и таксономический состав данной коллекции.

Ключевые слова: ботанические сады, оранжерейные коллекции, интродукция

Abstract. The information about the collection of tropical and subtropical plants of the Botanical Garden of the Southern Federal University is given. The current state and taxonomic composition of these collections are considered.

Keywords: botanical gardens, greenhouse collections, introduction

Коллекция тропических и субтропических растений Ботанического сада ЮФУ размещена в фондовых оранжереях общей площадью 1564 м². Объем коллекционного фонда составляет 1039 таксонов.

В настоящее время в составе коллекции тропических и субтропических растений содержится 375 таксонов: 221 вид, 2 подвида, 2 формы, 11 разновидностей, 139 сортов из

159 родов и 69 семейств (табл. 1). Наибольшим количеством таксонов представлены семейства *Araceae* (39), *Arecaceae* (35) и *Asparagaceae* (35).

Таблица 1. Таксономический состав коллекции тропических и субтропических растений

№ п/п	Семейство	Количество, шт.					
		Ро	Ви	Подвид	Разновидность	Форма	Сор
1.	*Acanthaceae* Juss.	4	4	-	2	-	2
2.	*Adianthaceae* Newman	1	1	-	-	-	-
3.	*Agapanthaceae* F. Voigt	1	1	-	-	-	
4.	*Amaranthaceae* Juss.	1	1	-	-	-	-
5.	*Amaryllidaceae* J. St.-Hil.	10	10	1	1	-	2
6.	*Annonaceae* Juss.	1	1	-	-	-	-
7.	*Apocynaceae* Juss.	4	4	-	-	2	6
8.	*Araceae* Juss.	9	20	-	1	-	18
9.	*Araliaceae* Juss.	4	4	-	-	-	8
10.	*Araucariaceae* Henkel & W. Hochst.	1	2	-	-	-	-
11.	*Arecaceae* Bercht. & J. Presl	21	33	-	2	-	-
12.	*Aristolochiaceae* Juss.	1	1	-	-	-	-
13.	*Asparagaceae* Juss.	10	20	-	-	-	15
14.	*Asphodelaceae* Juss.	1	-	-	-	-	2
15.	*Aucubaceae* J. G. Agardh	1	1	-	-	-	-
16.	*Basellaceae* Raf.	1	1	-	-	-	-
17.	*Berberidaceae* Juss.	1	1	-	-	-	-
18.	*Begoniaceae* C. A. Agardh	1	2	-	-	-	3
19.	*Bignoniaceae* Juss.	3	3	-	-	-	-
20.	*Bombacaceae* Kunth	1	1	-	-	-	-
21.	*Bromeliaceae* Juss.	6	8	-	1	-	1
22.	*Casuarinaceae* R. Br.	1	1	-	-	-	-
23.	*Celastraceae* R. Br.	1	1	-	-	-	2
24.	*Ceratophyllaceae* Gray.	1	1	-	-	-	-
25.	*Commelinaceae* Mirb.	3	10	-	-	-	5
26.	*Convolvulaceae* Juss.	1	1	-	-	-	-
27.	*Cucurbitaceae* Juss.	1	1	-	-	-	-
28.	*Cycadaceae* L. Pers.	1	1	-	-	-	-
29.	*Cyperaceae* Juss.	2	4	-	-	-	-
30.	*Davalliaceae* M.R. Schomburgk	2	2	-	-	-	-
31.	*Dryopteridaceae* Herter.	1	1	-	-	-	-
32.	*Euphorbiaceae* Juss.	1	-	-	-	-	1
33.	*Fabaceae* Lindl.	2	2	-	-	-	-
34.	*Geraniaceae* Juss.	1	2	-	-	-	24

35.	*Lamiaceae* Martinov	1	3	-	-	-	4
36.	*Lauraceae* Juss.	2	2	-	-	-	-
37.	*Malvaceae* Juss.	4	6	-	-	-	6
38.	*Moraceae* Gaudich.	1	9	1	1	-	20
39.	*Musaceae* Juss.	1	1	-	-	-	-
40.	*Myrtaceae* Juss.	5	6	-	2	-	-
41.	*Nyctaginaceae* Juss.	1	1	-	-	-	4
42.	*Nymphaeaceae* Salisb.	1	1	-	-	-	5
43.	*Oleaceae* Hoffmgg. & Link	2	2	-	-	-	-
44.	*Orchidaceae* Juss.	4	-	-	-	-	4
45.	*Oxalidaceae* R. Br.	1	-	-	-	-	1
46.	*Pandanaceae* R. Br.	1	1	-	-	-	-
47.	*Passifloraceae* Juss. ex Roussel	1	2	-	-	-	-
48.	*Piperaceae* C. Agardh	2	3	-	-	-	-
49.	*Pittosporaceae* R. Br.	1	4	-	-	-	-
50.	*Plumbaginaceae* Juss.	1	1	-	-	-	-
51.	*Poaceae* Barnhart	1	1	-	-	-	-
52.	*Podocarpaceae* Endl.	1	3	-	-	-	-
53.	*Polypodiaceae* Bercht. et J. Presl	3	3	-	-	-	-
54.	*Pontederiaceae* Kunth.	1	1	-	-	-	-
55.	*Proteaceae* Juss.	1	1	-	-	-	-
56.	*Pteridaceae* Reichenb.	1	1	-	-	-	-
57.	*Punicaceae* Bercht. & J. Presl	1	1	-	-	-	1
58.	*Rosaceae* Juss.	1	-	-	1	-	-
59.	*Rubiaceae* Juss.	1	1	-	-	-	-
60.	*Rutaceae* Juss.	2	2	-	-	-	3
61.	*Salviniaceae* Martinov	1	1	-	-	-	-
62.	*Sapotaceae* Juss.	1	1	-	-	-	-
63.	*Saururaceae* Martinov	1	1	-	-	-	-
64.	*Solanaceae* Adans.	2	2	-	-	-	-
65.	*Strelitziaceae* Hutch.	1	2	-	-	-	-
66.	*Urticaceae* Juss.	2	2	-	-	-	-
67.	*Verbenaceae* J. St.-Hil.	2	1	-	-	-	1
68.	*Vitaceae* Juss.	4	7	-	-	-	1
69.	*Zamiaceae* Horan.	2	2	-	-	-	-
Всего: 375 таксонов		**15**	**221**	**2**	**11**	**2**	**139**

В составе коллекции суккулентов содержится 495 таксонов: 367 видов, 5 подвидов, 3 формы, 42 разновидности, 78 сортов из 86 родов 20 семейств (табл. 2). Наибольшим количеством таксонов представлены семейства *Asphodelaceae* (115), *Crassulaceae* (115) и *Asparagaceae* (79).

Таблица 2. Таксономический состав коллекции суккулентов

№ п/п	Семейство	Количество, шт.					
		Ро	Ви	Подвид	Разновидность	Форма	Сор
1.	*Aizoaceae* Martynov	22	64	-	1	-	-
2.	*Amaryllidaceae* Jaume St.-Hil.	2	2	-	1	-	-
3.	*Anacampserotaceae* Eggli & Nyffeler	1	1	-	-	-	1
4.	*Apocynaceae* Juss.	11	19	-	-	-	4
5.	*Araceae* Juss.	1	1	-	-	-	1
6.	*Asparagaceae* Juss.	9	47	1	3	-	28
7.	*Asphodelaceae* Juss.	5	82	-	24	2	7
8.	*Asteraceae* Bercht. & J. Presl	3	15	-	1	1	2
9.	*Begoniaceae* C. Agardh	1	2	-	-	-	-
10	*Bromeliaceae* Juss.	2	2	-	-	-	-
11	*Commelinaceae* Mirb.	1	1	-	-	-	-
12	*Crassulaceae* J. St.-Hil.	15	80	2	10	-	23
13	*Cucurbitaceae* Juss.	1	2	-	-	-	-
14	*Didiereaceae* Radlk.	2	2	-	-	-	1
15	*Euphorbiaceae* Juss.	4	36	2	2	-	10
16	*Geraniaceae* Juss.	1	1	-	-	-	-
17	*Lamiaceae* Martinov	1	3	-	-	-	-
18	*Moraceae* Gaudich.	1	1	-	-	-	-
19	*Piperaceae* C. Agardh	1	2	-	-		1
20	*Vitaceae* Juss.	2	4	-	-	-	-
	Всего: 495	**86**	**367**	**5**	**42**	**3**	**78**

В составе коллекции кактусов содержится 169 таксонов (табл.3). Наибольшим количеством видов представлены отдельные таксономические комплексы – роды *Mammillaria, Opuntia, Gymnocalycium, Astpophytum.*

Таблица 3. Таксономический состав коллекции кактусов

№	Род	Количество, шт.				
		Вид	Подвид	Разновидность	Форма	Сорт
1	*Astrophytum* Lemaire	9	-	3	-	1
2	*Austrocylindropuntia* Backeberg	2	-	-	1	-
3	*Brasiliopuntia* (K.Schumann) A. Berger	1	-	-	-	-
4	*Cephalocereus* Pfeiffer	1	-	-	-	-
5	*Cereus* Miller	5	-	-	-	-
6	*Cleistocactus* Lemaire	1	-	-	-	-
7	*Consolea* Lemaire	1	-	-	-	-
8	*Copiapoa* Britton & Rose	2	-	-	-	1
9	*Corynopuntia* F.M.Knuth	2	-	-	-	-
10	*Coryphantha* (Engelmann) Lemaire	2	-	-	-	-
11	*Cumulopuntia* F.Ritter	1	-	-	-	-
12	*Cylindropuntia* (Engelmann) F.M. Knuth	3	-	-	-	-
13	*Denmoza* Britton & Rose	1	-	-	-	-
14	*Dolichothele* Britton & Rose	2	-	-	-	-
15	*Echinocactus* Link & Otto	3	-	-	-	-
16	*Echinocereus* Engelmann	4	-	-	-	-
17	*Echinopsis* Zuccarini	8	-	-	-	1
18	*Epiphyllum* Haworth	6	-	-	-	2
19	*Espostoa* Britton & Rose	2	-	1	-	-
20	*Espostoopsis* (Rol.-Goss.) Buxb	1	-	-	-	-
21	*Ferocactus* Britton & Rose	8	-	2	-	-
22	*Grusonia* Britton & Rose	1	-	-	-	-
23	*Gymnocalycium* Pfeiffer ex Mittler	10	1	1	-	1
24	*Haageocereus* Backeberg	2	-	-	1	-
25	*Hamatocactus* Britton & Rose	1	-	-	-	-
26	*Harrisia* Britton	1	-	-	-	-
27	*Hatiora* Britton & Rose	2	-	-	-	-
28	*Hylocereus* (A.Berger) Britton & Rose	3	-	-	-	-
29	*Lepismium* Pfeiff.	1	-	-	-	-
30	*Leuchtenbergia* Hook.	1	-	-	-	-
31	*Lophophora* J.M.Coult.	1	-	-	-	-
32	*Mammillaria* Haworth	20	-	1	-	-
33	*Matucana* Britton & Rose	1	-	-	-	-
34	*Myrtillocactus* Cons.	1	-	-	-	-
35	*Neobuxbaumia* Backeberg	1	-	-	-	-
36	*Neoporteria* Britton & Rose	1	-	-	-	-
37	*Notocactus* (K.Schum.) Fric	1	-	-	-	-
38	*Opuntia* P. Miller	16	1	3	1	-

39	*Oreocereus* (A. Berger) Riccobono	3	-	-	-	-
40	*Pachycereus* (A. Berger) Britton & Rose	2	-	-	-	-
41	*Parodia* Spegazzini	6	-	-	-	-
42	*Pereskia* P. Miller	2	-	1	-	-
43	*Pereskiopsis* Britton & Rose	1	-	-	-	-
44	*Pilosocereus* Byles & G.D.Rowley	1	-	-	-	-
45	*Polaskia* Backeberg	1	-	-	-	-
46	*Rebutia* Karl M. Schumann	1	-	-	-	-
47	*Rhipsalis* Gaertner	7	-	-	-	-
48	*Schlumbergera* Lemaire	2	-	-	-	-
49	*Selenicereus* (A. Berger) Britton & Rose	1	-	-	-	-
50	*Stenocereus* (A. Berger) Riccobono	1	-	-	-	-
51	*Stetsonia* Britton & Rose	1	-	-	-	-
52	*Sulcorebutia* Backeberg	1	-	-	-	-
53	*Tephrocactus* Backeberg	1	-	-	-	-
54	*Thelocactus* (K. Schumann) Britton & Rose	1	-	-	-	-
55	*Trichocereus* (A.Berger) Riccob.	2	-	-	-	-
56	*Turbinicarpus* Buxbaum & Backeberg	4	-	-	-	-
57	*Weberbauerocereus* Backeberg	1	-	-	-	-
58	*Wigginsia*	1	-	-	-	-
	Итого:	**169**	**2**	**13**	**4**	**7**

Самая крупная демонстрационная оранжерея площадью 540 м² и высотой 18 м предназначена для крупномерных растений и размещения ботанико-географических экспозиций. В демонстрационной оранжерее находятся ботанико-географические экспозиции суккулентных растений Центральной и Южной Америки, Африки, тропических и субтропических лесов Америки и Юго-Восточной Азии, Австралии и Новой Зеландии. Центральное место в оранжерее занимает грунтовая экспозиция пальм Старого и Нового Света, насчитывающая около 40 видов.

В двух новых оранжереях, площадью около 500 кв. м и высотой 6 м., созданы ботанико-географические экспозиции суккулентных растений аридных областей Центральной и Южной Америки, Южной и Юго-Западной Африки и острова Мадагаскар. На стеллажах оранжерей размещены систематические экспозиции кактусов и суккулентов.

Коллекция тропических и субтропических растений является базой научно-учебного процесса студентов ЮФУ, коллекционные фонды тропических и субтропических растений являются основой для научной работы специалистов ботаников всех профилей. Кроме этого, коллекция выполняет познавательную и научно-просветительскую функцию. На базе коллекций тропических и субтропических растений как части экологической тропы

проводятся все тематические экскурсии по Ботаническому саду ЮФУ для школьников, студентов различных вузов, учителей и других групп населения.

Список литературы

1. The IUCN Red List of Threatened Species. [Electronic data]. Access mode: http://www.iucnredlist.org.
2. The Plant List. [Electronic data]. Access mode: http://www.theplantlist.org.

ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА MORACEAE GAUDICH. В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Козловский Б. Л., Куропятников М. В., Федоринова О. И.
Ботанический сад Академии биологии и биотехнологии ЮФУ,
Ростов-на-Дону, Россия,
blk@sfedu.ru

INTRODUCTION OF SPECIES OF FAMILY MORACEAE GAUDICH. IN THE BOTANICAL GARDEN OF SOUTH FEDERAL UNIVERSITY

Kozlovskij B. L., Kuropyatnikov M. V., Fedorinova O. I.
Botanical Garden of the Academy of Biology and Biotechnology of the SFedU, Rostov-on-Don, Russia
blk@sfedu.ru

Аннотация. К интродукционным испытаниям в Ботаническом саду ЮФУ с 30-х годов XX века привлекались 8 видов и форма семейства Moraceae Gaudich. В настоящее время в коллекции представлены 4 вида: *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Her. ex Vent., *Cudrania tricuspidata* (Carrière) Bureau ex Lavallée, *Maclura pomifera* (Raf.) Schneid., *Morus mongolica* (Bureau) C.K.Schneid и формовой образец *M. mongolica.* В статье оцениваются перспективы использования видов в озеленении. Приводятся основные эколого-биологические свойства видов (зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к вредителям и болезням, семенная репродуктивность) и декоративные качества. Анализируется сезонное развитие видов. Для региональной культуры может представлять интерес формовой образец *Morus mongolica* с плакучими ветвями. Такие виды, как *B. papyrifera, C. tricuspidata* и *M. pomifera* могут использоваться в озеленении при соблюдении определенных условий выращивания.

Ключевые слова: Moraceae Gaudich., вид, форма, эколого-биологические свойства, сезонное развитие, фаза.

Abstract. Since the 30-s of the XX century, 8 species and a form of the Moraceae family have been involved in the introduction tests in the Botanical Garden of the Southern Federal University. Currently, the collection includes 4 species: *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Her. ex Vent., *Cudrania tricuspidata* (Carrière) Bureau ex Lavallée, *Maclura pomifera* (Raf.) Schneid., *Morus mongolica* (Bureau) C.K.Schneid, and a molded specimen of *M. mongolica*. The article assesses the prospects for the use of species in landscaping. The main ecological and biological properties of species (winter hardiness, drought resistance, resistance to pests and diseases, seed reproduction) and decorative qualities are given. Seasonal development of species is analyzed. May be of interest for landscaping the weeping form of *Morus mongolica*. Species such as *B. papyrifera, C. tricuspidata* and *M. pomifera* can be used in landscaping under certain growing conditions.

Keywords: Moraceae Gaudich., species, shape, winter hardiness, drought resistance, resistance to pests and diseases, seed reproduction, seasonal development, phase, duration of vegetation

Семейство Moraceae объединяет в основном тропические и субтропические растения, в России дико произрастают древесные виды двух родов: *Morus* L. и *Ficus* L. (Лозина-Лозинская, Соколов, 1951). К интродукционным испытаниям в Ботаническом саду ЮФУ с 30-х годов XX века привлекались 8 видов и форма семейства: *Broussonetia papyrifera* (L.) L'Her. ex Vent., *Cudrania tricuspidata* (Carrière) Bureau ex Lavallée, *Ficus carica* L., *Maclura pomifera* (Raf.) Schneid., *Morus alba* L., *M. alba pendula* (Risso) Sudw., *M. australis* Poir., *M. nigra* L., *M. mongolica* (Bureau) C.K.Schneid. Не прошли интродукционное испытание, и выпали *M. australis* и *M. nigra*. Ежегодно обмерзал и выпал из коллекции через 12 лет *F. carica.* Натурализовался в Ростовской области *M. alba,* определена степень натурализации вида − эргазиофит/архиофит, агриофит (Козловский, Федоринова, Куропятников, 2016). Издавна используется в озеленении города *M. alba pendula*.

Целью работы было определить перспективы региональной культуры 4 видов (*B. papyrifera, C. tricuspidata, M. pomifera, M. mongolica*). В задачи исследований входило: оценить основные эколого-биологические свойства (зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к вредителям и болезням, семенная репродуктивность), установить сезонный ритм развития видов.

Эколого-биологические свойства экзотов оценивали по методике А.Я Огородникова (1993), в которой наивысшему проявлению свойства соответствует 5 баллов. Наблюдения за сезонным развитием вели по методике, рекомендованной для ботанических садов СССР (Александрова, Булыгин, Ворошилов, 1975). Начало вегетации у видов определяли по фенологической фазе − распускание почек, конец вегетации по фазе массового листопада. Статистическую обработку фенологических данных осуществляли по методике Г.Н. Зайцева (1981, 1983) с использованием положений о норме и оптимуме количественных признаков. Для качественной характеристики семян экзотов использовали лабораторную всхожесть (ГОСТ 13056.6-75.). Название видов было выверено по World Flora Online (WFO, 2021) и Plants of the World Online (POWO, 2019).

Исследованные виды являются двудомными. Такие, как: *B. papyrifera, C. tricuspidata, M. mongolica* − выходцы из Восточной Азии, *M. pomifera* − из Северной Америки. Образцы видов выращены из семян, полученных в результате семенного обмена между ботаническими садами (Ашхабад: Туркмения; Ташкент: Узбекистан; Литва: Каунас). В коллекции БС ЮФУ виды имеют жизненную форму дерево до 4 м в высоту (*B. papyrifera, C. tricuspidata, M. mongolica*), до 10 м − *M. pomifera*.

При семенном размножении *M. mongolica* из его сеянцев был отобран образец с нетипичной для вида формой роста, характерной дереву стланец. Образец в возрасте 15 лет достиг высоты 1 м, имеет поникающие ветви. Вид *M. mongolica* и его форма являются зимостойкими (4 балла). Остальные виды (*B. papyrifera, C. tricuspidata, M. pomifera*) проявляют среднюю зимостойкость (3 балла): обмерзает часть однолетнего прироста и почек, в суровые зимы часть скелетных ветвей. Все экзоты засухоустойчивые (4 − 5 баллов), не поражаются болезнями и вредителями (4 – 5 баллов). Цветут, но не плодоносят (семенная репродуктивность 2 балла) два вида, представленные в коллекции только мужскими (*B. papyrifera*) или женскими (*C. tricuspidata*) экземплярами. Однако, эти виды хорошо размножаются корневой порослью. Цветет и плодоносит − *M. pomifera* (4 балла), семена с хорошей всхожестью (49,0 – 75,8%). Дает самосев (5 баллов) в пределах коллекции *M. mongolica*. Не цветет формовой образец *M. mongolica* (семенная

репродуктивность 1 балл). Размножается прививкой на штамб *M. mongolica*, или штамб *M. alba*.

Виды декоративны, *B. papyrifera* − листьями, войлочно-опушенными снизу, от лопастных до цельных, иногда с глубокими неровными вырезами. Женские экземпляры *M. pomifera* декоративны крупными шаровидными экзотическими плодами. Формовой образец *M. mongolica* на штамбе формирует плакучую форму кроны, как у *M. alba pendula*. Декоративен разными по форме листьями: от цельных до лопастных с заостренными концами.

Сезонное развитие экзотов анализировали относительно нормальных или типичных сроков наступления фенологических фаз древесных интродуцентов в Ростове-на-Дону (Козловский, Куропятников, Федоринова, 2020). Относительно хронологических границ фенологических групп древесных растений в Ростове-на-Дону по срокам начала и окончания вегетации они относятся к группе поздно начинающих и поздно оканчивающих вегетацию (ПП). К этой группе относятся виды, начинающие вегетацию (фаза распускание почек) после 13.04 и оканчивающие вегетация (фаза массовый листопад) после 17.10 (таблица). По продолжительности вегетации, такие виды: *C. tricuspidata, M. pomifera, M. mongolica* и его форма относятся к группе древесных с нормальной или типичной вегетацией (170 – 206 дней), *B. papyrifera* – к группе с короткой вегетацией (до 170 дней). Общим для всех исследованных растений является совпадение с нормой по фазам осеннего окрашивания (22.09 – 24.10) и листопада (02.10 – 01.11) (таблица). У *C. tricuspidata* средние значения фенологических дат по всем фенологическим фазам совпадают с нормальными сроками, за исключением фазы полное облиствение (16.04 – 12.05) (у вида 15.05). У *M. mongolica* за исключением двух фаз: начало созревания семян 02.07 – 14.09 (у вида 28.05), массовое созревание семян 20.07 – 06.10 (у вида 13.06). Однако это отклонение от нормы не влияет на качество семян вида. У *B. papyrifera* и *M. pomifera* средние значения фенологических дат по пяти фазам, характеризующим развитие листового аппарата и рост побегов, не совпадают с нормальными сроками. Наиболее важные из них: фаза окончания роста побегов с нормой 12.05 – 29.07, а у *M. pomifera* − 11.08, у *B. papyrifera* 13.08, а так же фаза полного вызревания побегов с нормой 24.06 – 29.08, а у *M. pomifera* − 5.09 (таблица). Данные виды являются среднезимостойкими (3 балла).

Таблица. Средние даты фенологических фаз развития видов семейства Moraceae в Ростове-на-Дону

Фенофазы	*Broussonetia papyrifera* ♂	*Cudrania tricuspidata* ♀	*Maclura pomifera* ♀	*Morus mongolica*♀	*M. mongolica* форма
Распускание вегетативных почек	1.05 ± 3,6	19.04 ± 3,2	23.04 ± 2,6	15.04 ± 3,6	18.04 ± 2,6
Распускание листьев	7.05 ± 3,6	26.04 ± 3,7	1.05 ± 2,8	24.04 ± 3,7	25.04 ± 3,2
Полное облиствение	16.05 ± 3,8	15.05 ±1,6	17.05 ± 3,5	10.05 ± 3,8	14.05 ± 3,9
Появление осенней окраски	8.10 ± 5,5	5.10 ± 5,1	24.09 ± 7,6	27.09 ± 1,9	13.10 ± 9,3
Массовое окрашивание	16.10 ± 3,4	17.10 ± 3,3	6.10 ± 6,2	6.10 ± 3,2	18.10 ± 2,6
Начало листопада	8.10 ± 5,2	11.10 ± 5	6.10 ± 3,1	13.10 ± 4	18.10 ± 1,5

Массовый листопад	17.10 ± 4,9	20.10 ± 4,1	19.10 ± 2,2	18.10 ± 4	23.10 ± 0,6
Конец листопада	18.10 ± 4,6	5.11 ± 3,9	24.10 ± 2,4	24.10 ± 3,1	31.10 ± 3,7
Начало роста побегов	2.05 ± 3,8	26.04 ± 3,7	25.04 ± 3,1	24.04 ± 3,7	25.04 ± 3,2
Окончание роста побегов	13.08 ± 20,5	6.06 ± 6,5	11.08 ± 7,4	17.06 ± 7,6	27.07 ± 5,2
Начало вызревания побегов	30.05 ± 5,8	21.05 ± 2,5	30.05 ± 5,7	24.05 ± 4,8	23.05 ± 2
Полное вызревание побегов	28. 08±12,4	13.07 ± 3,5	5.09 ± 3,7	21.07 ± 6,1	25.08 ± 4,4
Начало цветения	20.05 ± 6,2	7.05 ±9	27.05 ± 3,4	29.04 ± 3,6	–
Начало массового цветения	24.05 ± 5,5	9.05 ± 9,4	28.05 ± 3,7	2.05 ±3,4	–
Конец массового цветения	29.05 ± 5,9	13.05 ± 8,8	3.06 ± 4,1	6.05 ±3,3	–
Конец цветения	1.06 ± 6,6	15.05 ± 2	10.06 ± 5,0	10.05 ± 3,3	–
Начало созревания семян	–	–	16.09 ± 13,0	28.05 ± 4,7	–
Массовое созревание семян	–	–	18.10 ± 7,1	13.06 ±6,2	–
Продолжительность вегетации, дней	169 ± 6,1	194 ±7,4	179 ± 3,4	186 ± 3,5	188 ± 3,1

Наиболее устойчивыми по эколого-биологическим свойствам, с фазами сезонного ритма развития, протекающими в нормальные или типичные сроки для древесных интродуцентов в Ростове-на-Дону, является *Morus mongolica* и его форма. Однако *M. mongolica* дает устойчивый самосев, проявляя свойства инвазионного вида, поэтому не рекомендуется для культуры. Формовой образец *Morus mongolica* с плакучими ветвями, выращенный на штамбе может представлять интерес для озеленения. При соблюдении определенных условий выращивания могут быть перспективными и среднезимостойкие, но устойчивые к вредителям и болезням, а также имеющие хорошие декоративные качества: *Broussonetia papyrifera, Cudrania tricuspidata* и *Maclura pomifera.*

Список литературы

1. Александрова М. С., Булыгин Н. Е., Ворошилов В. Н. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М.: Изд-во ГБС АН СССР, 1975. – 28 с.
2. ГОСТ 13056.6-75. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 132 с.
3. Зайцев Г. Н. Фенология древесных растений. – М.: Наука, 1981. – 120 с.
4. Зайцев Г. Н. Оптимум и норма в интродукции. – М.: Наука, 1983. – 270 с.
5. Козловский Б. Л., Федоринова О. И., Куропятников М. В. Адвентивные виды древесных растений флоры Ботанического сада ЮФУ // Труды Ботанического сада Южного Федерального университета / под. ред. Т. В. Вардуни. – Вып. 1. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. – С. 97–115.

6. Козловский Б. Л., Куропятников М. В., Федоринова О. И. Фенология древесных интродуцентов Ботанического сада ЮФУ. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020. – 228 с.
7. Лозина-Лозинская А. С., Соколов С. Я. Тутовые − Moraceae Lindl. // Деревья и кустарники СССР: в VI т. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951. − Том II. С. 523 – 535.
8. Огородников А. Я. Методика визуальной оценки биоэкологических свойств древесных растений в населенных пунктах степной зоны // Интродукция растений. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. унта, 1993. – С. 50–58.
9. WFO (2022): World Flora Online. Published on the Internet; http://www.worldfloraonline.org. Accessed on: 18 Jan 2022
10. POWO (2022). "Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; URL: http://www.plantsoftheworldonline.org/ (Retrieved 25 Jan 2022)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОВ TILIA L. ИЗ ЭКСПОЗИЦИИ ДЕНДРАРИЯ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Л.В. Косарева[1], Ю.В. Граница[2]
[1,2] - ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет», г. Йошкар-Ола, Россия
*E-mail: 1 lyubovkosareva52@mail.ru, 2 granitsa-yulia@mail.ru

COMPARATIVE EVALUATION OF TILIA L. FRUITS FROM THE EXPOSITION OF THE ARBORETUM IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

L. V. Kosareva[1], Y. V. Granitsa[2]
[1, 2] - FGBOU VO «Volga state university of technology», Yoshkar-Ola
*E-mail: 1 lyubovkosareva52@mail.ru, 2 granitsa-yulia@mail.ru

Аннотация. В данной статье представлена сравнительная оценка трех видов: *Tilia begoniifolia* Steven (28 лет), *Tilia tomentosa* Moench. (≈ 31 год), *Tilia platyphyllos* Scop. (≈ 41 год), и одного нотовида: *Tilia x vulgaris* Hayne (34 года), интродуцентов плодов лип из коллекции дендрария Ботанического сада-института Поволжского государственного технологического университета. Показана фенология вегетативных и генеративных органов иследуеммых видов в течении одного вегетационного периода 2021 года. Для исследований были взяты по 30 штук плодов каждого вида и нотовида. Проводили анализ по длине и ширине плодов, так же их весу. Все изученные виды успешно проходили все фазы сезонного развития, поэтому рекомендуеться использовать данные виды в озеленение города Йошкар-Олы и республики.

Ключевые слова: *Tilia*, липа, фенология, плоды, длина и ширина плодов, вес семян.

Abstract. this article presents a comparative assessment of three species: *Tilia begoniifolia* Steven (28 years old), *Tilia tomentosa* Moench. (≈ 31 years old), *Tilia platyphyllos* Scop. (≈ 41 years old), and one notovid: *Tilia x vulgaris* Hayne (34 years old), introducers of lime fruits from the collection of the arboretum of the Botanical Garden-Institute of the Volga State Technological University. The phenology of vegetative and generative organs of the studied species during one growing season in 2021 is shown. For research, 30 pieces of fruits of each species and notoid were taken. The analysis was carried out by the length and width of the fruits, as well as their weight. All the studied species have successfully passed all phases of seasonal development, therefore it is recommended to use these species in the landscaping of the city of Yoshkar-Ola and the republic.

Keywords: *Tilia*, linden, phenology, fruits, length and width of fruits, weight of seeds.

Липа - листопадная древесная порода, произрастающая в умеренной зоне Северного полушария (Siger, 2021). Листопадные деревья с простыми, очередными листьями сердцевидной формы, острозубчатыми по краю, с выемчатым, несимметричным основанием и заостренной вершиной. Цветки душистые обоеполые, правильные, в щитковидных соцветиях с пленчатым листовидным прицветником, приросшим к середине черешка соцветия. Плод — односемянный орешек. Все виды лип имеют красивую, густую крону, легко поддающуюся формовке. Дополнением к прекрасным декоративным качествам, которыми они обладают, служат обильные, душистые цветки. (http://flower.onego.ru/other/iris/iris_l.html). Липа представляет собой большой интерес как строительный материал, технологическое сырье, медонос. Такие положительные качества липы как долговечность, декоративность, относительная зимостойкость, хорошая приживаемость, теневыносливость, способность переносить стрижку, устойчивость к болезням и вредителям, медоносность и лекарственные свойства способствовали увеличению масштабов ее разведения (Беспаленко, 2018). Наиболее важное растительное сырье получают из его соцветий, собранных вместе с прицветниками (Siger, 2021). Для растений-интродуцентов устойчивость к неблагоприятным факторам является основой для адаптации и успешного произрастания (Храмченко, 2016). Липа уступает по своим размерам растениям, произрастающим в естественных условиях (Усова, 2012). Виды липы неоднородны в отношении многих качественных показателей, таких как окраска и форма листовых пластин, окраска и форма орешков, окраска цветков, форма кроны, а также наличие волосяного покрова на верхней части листовых пластин. Это говорит о глубоких расхождениях в биологических особенностях и различных перспективах хозяйственного использования липы. Большинство исследуемых видов липы неоднородны и в отношении количественных показателей, что также свидетельствует о различиях в их биологических особенностях. Наибольшей наследственной обусловленностью у видов липы отличаются параметры листовых пластин и орешков, что свидетельствует о нахождении данных признаков под строгим контролем генотипа (Логунов, 2014).

Цель: сравнительная оценка плодов лип из коллекции дендрария.

Объектами исследований были 3 вида и 1 нотовид из коллекции дендрария ботанического сада-института Поволжского государственного технологического университета: липа бегониелистная - *Tilia begoniifolia* Steven (БС АН Киргызстана, семена 1992 г. (посадка в дендрарий 1996 г. 2 экз.) на 2021 г. 1 шт.)); липа войлочная - *Tilia tomentosa* Moench. (происхождение неизвестно (посадка в дендрарий 1990 г. 1 экз.) на 2021г. 1 экз.); липа крупнолистная - *Tilia platyphyllos* Scop. (г. Москва, ГБС АН СССР, растения 1980 г. (посадка в дендрарий 1980 г. 20 экз.) на 2021 г. 10 шт.)); липа обыкновенная - *Tilia x vulgaris* Hayne (г. Москва, ГБС Растения 1990 г, 4 года (посадка в дендрарий 1991 г. 10 экз.) на 2021 г. 8 шт.). Семейство Malvaceae. У всех иследуемых лип родина произрастания Европа. Исследования проводили в течение вегетационного периода 2021 года. Липы произрастают на дерново-подзолистых почвах. По затенённости самое выигрышное положение занимает липа бегониелистная она растет на освещенной территории. В полутени произрастает липа обыкновенная, а самые затенённые от местных пород это липа крупнолистная и липа войлочная. На рисунке 1 показано место произрастания *Tilia* L.

Фенологические наблюдения проводили в 2021 г. согласно общепринятой методике Главного ботанического сада РАН (Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР, 1975).

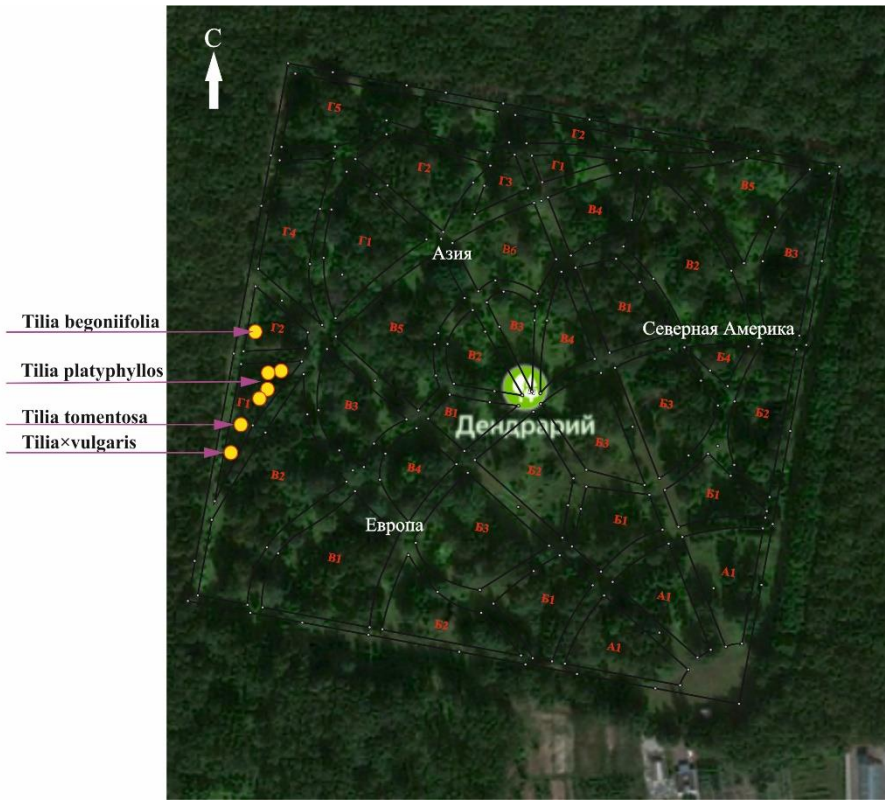


Рисунок 1. Место произрастания *Tilia* L.

Таблица 1. Результаты фенологических наблюдений. Вегетативные органы

№	Название вида	Набухание почек (Пч1)	Разверзание почек (Пч2)	Начало роста боковых побегов (Пб1)	Окончание роста побегов (Пб2)	Частичное опробковение побегов (О1)	Полное опробковение побегов (О2)	Обособление Листьев (Л1)	Листья приняли свойственную им форму (Л2)	Завершение роста листьев (Л3)	Расцветание листьев (Л4)	Опадание листьев (Л5)
	Tilia begoniifolia Stev.	15.04 27.04	27.04 6.05	14.05 4.06	24.06 15.07	21.07 28.07	28.07 25.08	14.05 18.05	18.05 4.06	4.06 24.06	16.09 23.09	29.09 5.10
	Tilia platyphyllos Scop.	15.04 27.04	27.04 14.05	14.05 4.06	24.06 21.07	21.07 28.07	28.07 25.08	14.05 18.05	18.05 4.06	4.06 15.07	23.09 5.10	5.10 21.10
	Tilia tomentosa Moench	15.04 23.04	27.04 6.05	14.05 4.06	24.06 15.07	21.07 28.07	28.07 19.08	11.05 14.05	18.05 4.06	4.06 24.06	23.09 5.10	5.10 21.10
	Tilia× vulgaris Hayne	15.04 23.04	27.04 6.05	14.05 4.06	24.06 15.07	15.07 21.07	28.07 25.08	14.05 18.05	24.05 4.06	4.06 15.07	23.09 5.10	5.10 21.10

По результатам фенологичсеких наблюдений за вегетативными органами лип можно сказать, что у лип среди интродуцентов имеются по 6 совпадений:

1- Tilia tomentosa Moench и Tilia× vulgaris Hayne по (Пч1), (Пч2), (Пб1), (Пб2), (Л4), (Л5).

2- Tilia×vulgaris Hayne и Tilia platyphyllos Scop. По (Пб1), (О2), (Л1), (Л3), (Л4), (Л5).

3- Tilia platyphyllos Scop. и Tilia begoniifolia Stev. По (Пч2), (Пб1), (О1), (О2), (Л1), (Л2).

Таблица 2. Результаты фенологических наблюдений. Генеративные органы

№	Название вида	Набухание цветочных почек (Ц1)	Разверзание цветочных почек (Ц2)	Бутонизация (Ц3)	Начало цветения (Ц4)	Окончание цветения (Ц5)	Завязывание плодов (Пл1)	Незрелые плоды достигли размера зрелых (Пл2)	Созрение плодов (Пл3)	Опадение зрелых или выпадение семян (Пл4)
1.	*Tilia begoniifolia* Stev.	15.04 27.04	6.05 24.05	24.05 4.06	24.06 2.07	2.07 15.07	15.07 21.07	21.07 19.08	25.08 16.09	16.09 >27.10
2.	*Tilia platyphyllos* Scop.	15.04 27.04	27.04 14.05	14.05 4.06	4.06 24.06	24.06 15.07	15.07 21.07	21.07 28.07	19.08 29.09	5.10 >27.10
3.	*Tilia tomentosa* Moench	15.04 27.04	27.04 6.05	14.05 24.05	4.06 24.06	24.06 2.07	2.07 15.07	15.07 28.08	25.08 23.09	23.09 >27.10
4.	*Tilia*×*vulgaris* Hayne	15.04 27.04	27.04 6.05	14.05 4.06	4.06 24.06	24.06 2.07	2.07 15.07	15.07 19.08	25.08 5.10	5.10 >27.10

По результатам фенологичсеких наблюдений за генеравтивными органами лип можно сказать, что у лип среди интродуцентов имеются по 5 совпадений:

Tilia tomentosa Moench; Tilia×vulgaris Hayne по (Ц1), (Ц2), (Ц4), (Ц5), (Пл1).

Показатели плодов лип

Фото плодов лип представлены на рисунках 2-5.

Рисунок 2. Липа бегониелистная

Рисунок 3. Липа войлочная

Рисунок 4. Липа крупнолистная

Рисунок 5. Липа обыкновенная

Описание плодов:

Липа бегониелистная: сильно опушенные, с не выреженными гранями, светлые, шаровидные (рисунок 2),

Липа войлочная: сильно опушенные, с выреженными гранями, темно-светлые, шаровидные (рисунок 1),

Липа крупнолистная: мало опушенные, с ярко выреженными гранями, темные, продолговатые (рисунок 3),

Липа обыкновенная: средне опушенные, с выреженными гранями, темные, продолговатые (рисунок 4).

Измерение плодов лип показана на рисунках 6 и 7.

Рисунок 6 – Измерение плодов лип

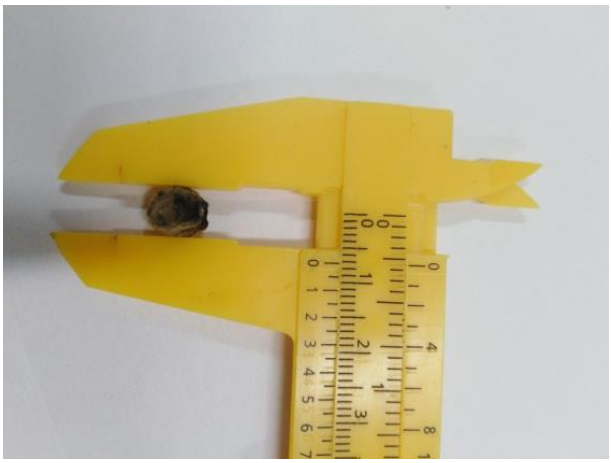


Рисунок 7 - Измерение плодов лип

Измерения проводили по 30 шт. плодов у каждого вида лип. Среднестатистические показатели плодов лип представлены в таблице 3 и на рисунках 8 и 9.

Таблица 3. Среднестатистические показатели плодов лип

№ п/п	Название вида	Длина плодов, см.	Ширина плодов, см.	Вес плодов (гр.) по 1 шт.	Вес плодов (гр.) по 30 шт.
1.	Tilia begoniifolia Steven	0,74±0,01	0,66±0,01	0,06±0,003	2,05±0,58
2.	Tilia platyphyllos Scop.	1,10±0,01*	0,72±0,01*	0,16±0,005*	4,85±0,58*
3.	Tilia tomentosa Moench.	0,82±0,01*	0,71±0,01*	0,11±0,005*	3,33±0,58*
4.	Tilia xvulgaris Hayne	0,85±0,01*	0,68±0,01	0,10±0,003*	3,12±0,58*

Примечание:* - статистически достоверно по сравнению с соответствующим наименьшим показателем при $p \leq 0,05$

Длина семян у лип варьировала от 0,74 см (begoniifolia) до 1,10 см (platyphyllos). Ширина плодов состовляла от 0,66 см (begoniifolia) до 0,72 см (platyphyllos). Тяжелее всего весили плоды по 1 шт. 0,16 гр. и по 30 шт. 4,85 гр. у tilia platyphyllos, а легче всех весили плоды по 1 шт. 0,06 гр. и по 30 шт. 2,05 гр. tilia begoniifolia.

Длина и ширина плодов у лип показана на рисунке 8.

Более длинные плоды были у tilia platyphyllos (1,10 см.), а самые короткие у tilia begoniifolia (0,74 см.).

Более широкие плоды были у tilia platyphyllos (0,72 см.), а самые узкие у tilia begoniifolia (0,66 см.).

Вес плодов по 1 шт. и по 30 шт. у лип показана на рисунке 9.

Самые тяжелые плоды по 1шт. были у tilia platyphyllos (0,16 гр.), а самые легкие у tilia begoniifolia (0,06 гр.).

Самые тяжелые плоды по 30 шт. были у tilia platyphyllos (4,85 гр.), а самые легкие у tilia begoniifolia (2,05 гр.).

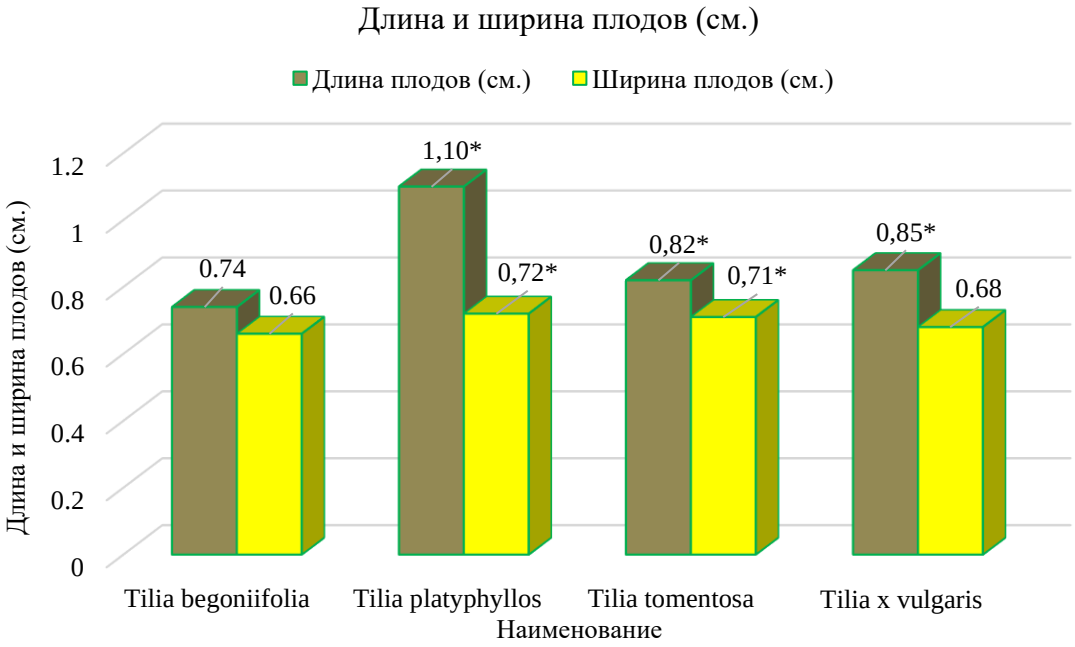


Рисунок 8. Длина и ширина плодов
Примечание: * - статистически достоверно по сравнению с соответствующим наименьшим показателем при $p \leq 0,05$

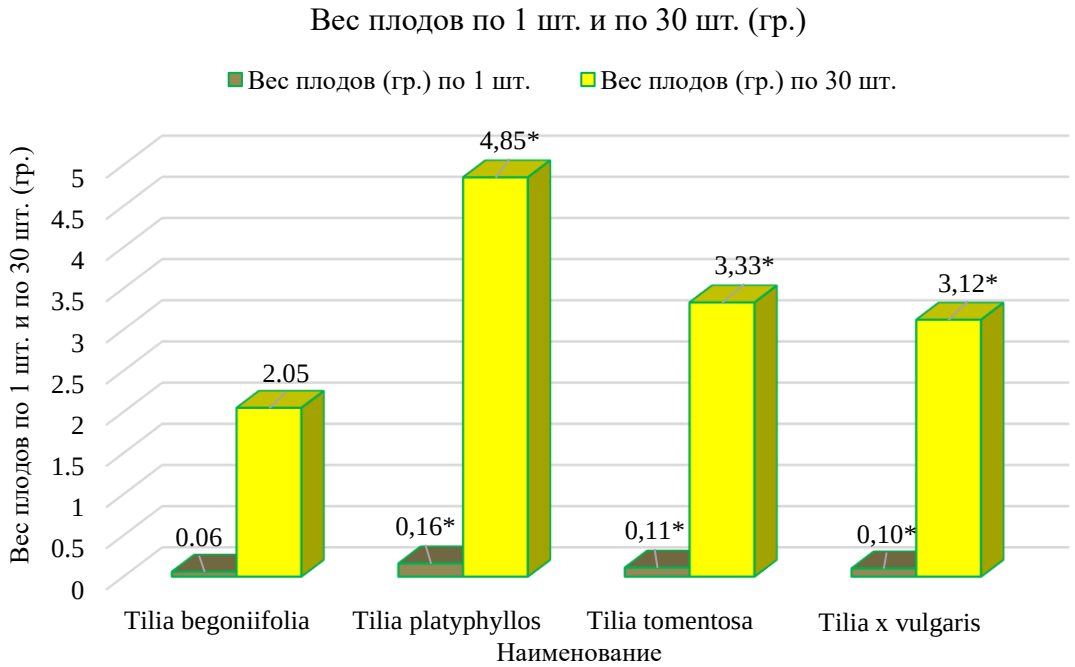


Рисунок 9. Вес плодов по 1 шт. и по 30 шт.
Примечание: * - статистически достоверно по сравнению с соответствующим наименьшим показателем при $p \leq 0,05$

Вывод: изходя из данных по плодам можно сделать заключение что по всем показателям превосходит всех Tilia platyphyllos, а меньше всех Tilia begoniifolia. Все изученные европейские виды Tilia, произрастающие в дендрарии БСИ ПГТУ благополучно проходили все фазы сезонного развития, что подтверждает об успешной акклиматизации

данных интродуцентов на территории РМЭ. Рекомендуеться использовать данные виды в озеленение города Йошкар-Олы и республики.

Управляющие зелеными насаждениями могут усилить разнообразие, где это возможно, в некоторых областях (развитие городских лесов, озеленение второстепенных улиц или тротуаров и т.д.) Для улучшения экосистем в городских районах. (Andrianjara, 2021).

Список литературы

1. Andrianjara I., Bordenave-Jacquemin M., Roy V., Cabassa C., Federici P., Carmignac D., Marcangelia Y., Rouhan G., Renard M., Nold F., Lata J-C., Geneta P., Planchaisa S. Urban tree management: Diversity of Tilia genus in streets and parks of Paris based on morphological and genetic characteristics // Urban Forestry & Urban Greening – Volume 66, December 2021, 127382.
2. Siger A., Antkowiak W., Dwiecki K., Rokosik E., Rudzińska M. Nutlets of Tilia cordata Mill. and Tilia platyphyllos Scop. – Source of bioactive compounds // Food Chemistry– Volume 346, 1 June 2021, 128888
3. Беспаленко О.Н., Троц О. А., Белоусова В.Б. Особенности формирования древостоев липы мелколистной (Tilia cordata) в лесах северной зоны самарской области // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. №4 (53) – Улан-Удэ 2018. – С. 113-119.
4. Логунов Д.В., Кузнецова Е.С. Перспективы хозяйственного использования некоторых видов липы (Tilia L.) в условиях нижегородской области // Вестник нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, Т. 4. – Нижний Новгород, 2014. – С. 189-194.
5. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР/ Совет ботанических садов СССР. М.: ГБС АН СССР,1975. – 28 с.
6. Усова Е.А., Буторова О.Ф. Изменчивость разных видов липы и лещины в дендрарии СИБГТУ // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений, Т. 1. №1. – Красноярск, 2012. – С. 110-113.
7. Храмченко А.В., Агапова А.Е. Экологические особенности липы крупнолистной и липы мелколистной в условиях города Саратова // Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Научные труды национального парка «Хвалынский» (Саратов, 13–14 октября 2016 г.). – Саратов, 2016. – С. 189-193.
8. Энциклопедия декоративных садовых растений [Электронный ресурс]: - Режим доступа: http://flower.onego.ru/other/iris/iris_l.html. - Заглавие с экрана.

ИНТРОДУКЦИЯ РЕДКОГО ВИДА *HEDYSARUM GRANDIFLORUM* PALL. (СЕМ. FABACEAE LINDL.) В БОТАНИЧЕСКИЙ САД ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Кузьменко И.П., Шмараева А.Н.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
ipkuzmenko@sfedu.ru, anshmaraeva@sfedu.ru

INTRODUCTION OF A RARE SPECIES *HEDYSARUM GRANDIFLORUM* PALL. (FABACEAE LINDL.) TO THE BOTANICAL GARDEN OF THE SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY

Kuzmenko I.P., Shmaraeva A.N.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
ipkuzmenko@sfedu.ru, anshmaraeva@sfedu.ru

Аннотация. Представлены некоторые результаты интродукции в Ботанический сад Южного федерального университета редкого вида *Hedysarum grandiflorum* Pall., включённого в Красные книги Ростовской области и Российской Федерации. В коллекции редких и исчезающих растений Ростовской области *Hedysarum grandiflorum* содержится с 2001 г., площадь микропопуляции составляет 60 кв. м, численность – около 200 разновозрастных особей. Приводятся результаты многолетних фенологических наблюдений, изучения полевой всхожести семян, даётся оценка успешности интродукции. Было установлено, что *Hedysarum grandiflorum* относится к группе летне-зимнезелёных растений, в условиях интродукции проходит все фазы сезонного развития, обильно цветёт и плодоносит, даёт самосев. Полевая всхожесть семян *Hedysarum grandiflorum* заметно варьирует по годам и составляет в среднем 8,05±1,38 %. В процессе интродукционных испытаний установлено, что сезонная динамика онтогенетической структуры микропопуляции *Hedysarum grandiflorum* сходна с таковой природных популяций. При оценке успешности интродукции по шкале В.В. Бакановой *Hedysarum grandiflorum* набирает 6 баллов из 7-ми возможных, это свидетельствует о перспективности сохранения вида ex situ и размножения его с целью реинтродукции в естественные местообитания.

Ключевые слова: *Hedysarum grandiflorum* Pall., Ростовская область, Ботанический сад ЮФУ, коллекция, Красная книга, интродукция, фенология, семенная продуктивность, полевая всхожесть семян.

Abstract. The results of some introductions to the Botanical Garden of the Southern Federal University of a rare species *Hedysarum grandiflorum* Pall., included in the Red Lists of the Rostov Region and Russian Federation, are presented. In the collection of rare and endangered plants of the Rostov region, *Hedysarum grandiflorum* is kept since 2001, the area of the micropopulation is 60 sq. m, the number is about 200 individuals of different ages. The results of long-term phenological observations, the study of field germination of seeds, the evaluation of the success of introduction are given. It was found that *Hedysarum grandiflorum* belongs to the group of summer-wintergreen plants, in the conditions of introduction it passes all phases of seasonal development, blooms, bears fruit, giving self-sowing. The field germination of *Hedysarum grandiflorum* seeds varies over the years and averages 8.05±1.38 %. During the introduction tests, it was found that the seasonal dynamics of the ontogenetic structure of the micropopulation *Hedysarum grandiflorum* are like that of natural populations. When assessing the success of the introduction on the scale of V.V. Bakanova, *Hedysarum grandiflorum* scores 6 out of 7 possible points, this indicates the prospects of preserving the species ex situ and reproducing it for reintroduction into natural habitats.

Keywords: *Hedysarum grandiflorum* Pall., Rostov region, SFedU Botanical Garden, collection, Red List, introduction, phenology, seed productivity, field germination of seeds.

Hedysarum grandiflorum Pall. (сем. Fabaceae Lindl. – бобовые) – копеечник крупноцветковый – восточноевропейский вид, имеющий в Красной книге Ростовской области (2014) категорию статуса редкости 3в,д, как редкий вид с узкой экологической приуроченностью; ограниченным ареалом, часть которого находится в Ростовской области; связанный со специфическими условиями произрастания. *H. grandiflorum* включён в Красную книгу Российской Федерации (2008) с категорией статуса редкости 3в, как редкий вид, большая часть ареала которого находится в России. Копеечник крупноцветковый включался в списки редких, исчезающих и нуждающихся в охране растений Ростовской области с 1977 г. (Зозулин и др., 1977).

Копеечник крупноцветковый – это травянистый стержнекорневой многолетник, гемикриптофит высотой 10–60 см (с учётом длины цветоноса), имеющий разветвлённый (многоглавый) каудекс с несколькими побегами, выходящими из корневой шейки. Побеги – монокарпические розеточного типа с сильно укороченными стеблями. Морфогенез вида включает три основных стадии, а именно: первичный побег, первичный куст и рыхлый куст (Ильина, 2007).

Листья копеечника крупноцветкового непарноперистосложные, густо серебристо-волосистые, состоящие из 2–5 пар эллиптических листочков. Первые настоящие листья у проростков состоят из одного листочка, продолговато-округлого или широкоовального, с обеих сторон шелковисто опушённого. Размеры листочков варьируют в длину от 2 см до 4,5 см, в ширину – от 1,2 см до 3 см. Прилистники кожистые, плёнчатые, сросшиеся, бурые. Цветоносы обычно длиннее листьев, опушены прижатыми или оттопыренными волосками. Цветки крупные, собраны в густые кисти на пазушных цветоносах; венчик мотыльковый, длиной 20–25 мм; крылья венчика равны почти 3/4 лодочки, реже – только 1/2 её длины. Окраска венчика светло-жёлтая или почти белая, изредка с бледно-розовыми жилками, что придаёт едва заметный розоватый оттенок всему цветку. Чашечка короче венчика, беловолосистая, с буроватыми зубцами, которые в несколько раз длиннее трубки. Гинецей апокарпный. Завязь прижато-волосистая. Бобы распадающиеся, состоящие из 2–7 (в среднем 4) почти округлых, сильно сдавленных латерально, бело-мохнатых, морщинистых, чётковидных члеников, покрытых шипами с крючковатой верхушкой. Такое строение члеников при разделении способствует анемохории, реже зоохории. Кроме того, явным признаком анемохории является нераспадающийся после отцветания околоцветник (Лаврентьев, 2016).

H. grandiflorum – ксерофит, гелиофит, петрофит и кальцефил. Экологически и ценотически вид приурочен к обнажениям мела и мергеля, реже встречается на известняках и песчаниках; в Ростовской области произрастает в пионерных группировках и тимьянниках на щебенчатых скелетных почвах, в каменистых степях на участках с разреженным травостоем, так как низкоконкурентоспособен. В литературе приводятся сведения о том, что растительные сообщества, в которых копеечник крупноцветковый обилен, как правило, отличаются мозаичностью, слабо выраженной ярусностью и малой степенью сформированности злаковой дернины. В подобной фитосреде вид стабильно удерживает территорию, а особи *H. grandiflorum* проявляют высокую конкурентную способность в сообществах. В таких условиях популяции могут длительно существовать при умеренной хозяйственной эксплуатации, например, выпасе скота. В случае же чрезмерной пасквальной нагрузки и эрозионного разрушения экотопа способность ценопопуляций *H. grandiflorum* к самоподдержанию в значительной степени утрачивается

(Ильина, 2013а; Лаврентьев 2018). Вид размножается семенами, энтомофил, анемохор (Ильина, 2007; Шишлова, Шмараева, 2014).

Вне России копеечник крупноцветковый произрастает на Украине (Причерноморье), в Болгарии и Румынии; в России распространён по среднему и нижнему течению Дона, на Приволжской возвышенности, в Заволжье, на Южном Урале, в Республике Калмыкия. В Ростовской области спорадически встречается в ряде административных районов: Аксайском, Белокалитвинском, Верхнедонском, Каменском, Константиновском, Красносулинском, Куйбышевском, Матвеево-Курганском, Миллеровском, Мясниковском, Неклиновском, Родионово-Несветайском, Тарасовском, Тацинском, Усть-Донецком, Цимлянском, Шолоховском; к югу от нижнего течения Дона отмечен в Дубовском р-не по берегу Цимлянского водохранилища (RV, RWBG).

Состояние популяций копеечника крупноцветкового в Ростовской области различно. Популяции в Белокалитвинском, Куйбышевском, Каменском, Матвеево-Курганском районах многочисленны (100–800 тыс. особей) и стабильны. Популяции в Константиновском и Дубовском районах на южной границе ареала малочисленны и фрагментарны (от нескольких десятков до 1–5 тыс. особей), стабильность их существования зависит от степени антропогенной нагрузки на экотоп. В Миллеровском районе (окр. слоб. Волошино на правобережье р. Полной) в результате чрезмерного выпаса скота популяция вида практически утрачена (Шишлова, Шмараева, 2014).

Сохранение местных популяций H. grandiflorum in situ (в естественной среде обитания) осуществляется на особо охраняемых природных территориях Ростовской области: «Меловые обнажения на р. Глубокой» и «Провальская степь» (Каменский р-н), «Лысогорка» (Куйбышевский р-н), «Меловые обнажения на р. Полной» (Миллеровский р-н), «Урочище Чёрная балка» (Белокалитвинский р-н), «Тузловские склоны» и «Чулекская балка» (Мясниковский р-н), «Раздорские склоны» (Усть-Донецкий р-н).

Сохранение *H. grandiflorum* ex situ (в составе коллекций и экспозиций) осуществляется на особо охраняемой природной территории федерального значения «Ботанический сад Южного федерального университета».

Микропопуляция *H. grandiflorum* содержится в коллекции редких и исчезающих видов растений Ростовской области, в которой в настоящее время насчитывается 84 вида семенных растений из 30 семейств и 61 рода (или 45,9 % от общего числа охраняемых семенных растений Ростовской области). С 2008 г. на базе коллекции при финансовой поддержке Министерства природных ресурсов и экологии Ростовской области формируется питомник, цель которого – размножение редких и исчезающих видов растений для их последующей реинтродукции в естественные местообитания (Красная книга…, 2014; Шмараева и др., 2021).

Копеечник крупноцветковый интродуцируется в Ботанический сад ЮФУ с 2001 г., в настоящее время площадь микропопуляции составляет 60 кв. м, численность – около 200 разновозрастных особей.

В литературе встречается мало сведений о феноритмотипе копеечника крупноцветкового, хотя это важная информация, так как смена фенологических фаз служит отражением сезонного ритма растений. В новых климатических условиях у растений могут смещаться сроки прохождения фенофаз, растения способны переходить к другому феноритмотипу.

Изменение сроков и продолжительности прохождения фенофаз растениями при интродукции как механизм приспособления к новым условиям является одним из наиболее наглядных показателей их адаптации (Луконина, 2005).

По данным С.Н. Зиман (1976) в условиях Донбасса *H. grandiflorum* вегетирует с первой половины апреля до конца октября, цветёт с начала июня на протяжении 3 недель.

Иногда в июле наблюдается вторичное цветение. В июле появляется летняя генерация листьев, в сентябре – осенняя. Осенние листья уходят под снег и отмирают в январе – феврале.

По наблюдениям А.В. Лукониной (2005) копеечник крупноцветковый относится к группе летне-зимнезелёных растений. Летне-зимнезелёный апериодичный тип сезонной ритмики является первичным и наиболее примитивным. От него в условиях меняющегося климата произошли все остальные феноритмотипы, когда состояние покоя возникло как реакция на неблагоприятные условия среды. Непрерывную вегетацию в течение года для летне-зимнезелёных растений обеспечивают несколько генераций листьев (чаще 2–3), причём новая генерация появляется до усыхания листьев предыдущей. Летне-зимнезелёные растения сохраняют зелёными часть листьев, как в период летней засухи, так и в течение зимы, ассимилируя во время оттепелей и сразу после схода снега (Луконина, 2005).

В процессе фенологических наблюдений в период 2013–2021 гг. в Ботаническом саду ЮФУ были установлены календарные даты основных фаз сезонного развития копеечника крупноцветкового. Фенологические наблюдения за коллекционными растениями проводились по методике И.Н. Бейдеман (1954). Выделялись следующие фазы сезонного развития: начало весеннего отрастания (у многолетников – начало развёртывания почек), бутонизация (от появления едва заметных бутонов до начала их развёртывания), цветение (начало цветения – развёртывание первых цветков; массовое цветение – до начала появления первых плодов; конец цветения – остаются открытыми лишь единичные цветки), плодоношение (созревание семян), вторичный рост побегов; конец вегетации (полное усыхание листьев или всей надземной массы растений). Началом любой фенологической фазы принято считать наличие признака у 10–20 % растений, наступлением собственно фенофазы – у 30–40 %, массовое проявление признака – у 80–90 % растений, конец фенофазы отмечают при сохранении признака у единичных особей. Результаты наблюдений в виде фенодат были переведены в непрерывный ряд чисел (Зайцев, 1978). Для каждой фенофазы рассчитывали среднее арифметическое и ошибку средней арифметической. Затем средние арифметические округлялись и переводились в обычные календарные даты. Ошибки средних арифметических также округлялись до целого числа, умножались на 3 и записывались со знаком ± рядом со средней арифметической. Таким образом устанавливалась средняя фенодата (Зайцев, 1978). Полученные данные приводятся в таблице 1.

Таблица 1. Средние даты наступления фенологических фаз у *Hedysarum grandiflorum* в условиях Ботанического сада ЮФУ за период 2013–2021 гг.

Фенофаза	Средняя дата наступления фенофазы
Отрастание	19.03±12
Бутонизация	23.04±9
Начало цветения	06.05±6
Массовое цветение	16.05±6
Конец цветения	06.06±9
Начало созревания плодов	10.06±6
Массовое созревание плодов	28.06±9

Как следует из таблицы 1 весеннее отрастание у копеечника крупноцветкового наблюдается уже в середине марта. Примерно через месяц появляются бутоны. Массовое цветение приходится на середину мая и заканчивается в первой декаде июня (рис. 1). Продолжительность цветения составляет в среднем 31 (22–40) день. Массовое созревание плодов происходит в конце июня. Установлено, что в условиях интродукции у копеечника

крупноцветкового значительно увеличивается период цветения и плодоношения. Отдельные цветущие и плодоносящие особи *H. grandiflorum* можно наблюдать вплоть до заморозков, которые обычно наступают в ноябре. За дату конца вегетации условно принималась дата наступления первых заморозков, которые приходились на вторую-третью декаду ноября.

Рисунок 1. Массовое цветение копеечника крупноцветкового. 17.05.2021 г.

Успешность интродукции того или другого вида во многом определяется его способностью размножаться, поэтому принципиально важно изучать репродуктивную биологию вида. Размножение копеечника крупноцветкового осуществляется только семенным путём. Партикуляция не способствует вегетативному размножению, так как образующиеся при распаде растения партикулы через некоторое время погибают (Ильина, 2007). Семенное размножение *H. grandiflorum* относительно хорошо изучено и освещено в литературе (Ильина, 2013b; Лаврентьев, 2016; Супрун, Малаева, Шумихин, 2020).

В литературе приводятся сведения о полевой всхожести семян *H. grandiflorum*. Так, по сообщению М.В. Лаврентьева (2016) всхожесть семян копеечника крупноцветкового на базе Ботанического сада Саратовского государственного университета в июле 2010 г. составила 17 %, 9 % и 3 % на мергеле, мелу и чернозёме, соответственно.

В.Н. Ильина (2013b) приводит результаты изучения всхожести свежих семян *H. grandiflorum* на агробиостанции Поволжской государственной социально-гуманитарной академии. Прорастание происходило при естественной стратификации, а для приближения свойств участка к естественным условиям произрастания вида в почву вносились раздробленные яичная скорлупа или мел (карбонат кальция). Во все сезоны исследования показатель всхожести семян оказался однородным и составил 3–4 %. В случае предварительного механического воздействия на семенную кожуру всхожесть увеличивалась почти вдвое – до 7 % (Ильина, 2013b).

По сообщению А.В. Лукониной (2005) всхожесть свежесобранных семян *H. grandiflorum* не превышает 16 %.

В Ботаническом саду ЮФУ в течение 11 лет проводились опыты по определению полевой всхожести семян копеечника крупноцветкового. Посев семян в открытый грунт без специальной предпосевной обработки осуществлялся в октябре-ноябре после 3–4 месяцев хранения свежесобранных семян при комнатной температуре. Для каждой пробы отбиралось 50 неповреждённых семян, опыты закладывались в 5-ти повторностях. Участок, где проводились опыты, находится в западной части Ботанического сада на водоразделе между р. Темерник и балкой Сухой Чалтырь, почвы на участке – чернозём обыкновенный среднемощный (Вардуни и др., 2016). Результаты опытов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Полевая всхожесть *H. grandiflorum* в условиях Ботанического сада ЮФУ

№ п/п	Год проведения наблюдений	Полевая всхожесть, %
	2011	11,7
	2012	2,8
	2013	0,4
	2014	11,0
	2015	7,0
	2016	12,0
	2017	10,0
	2018	5,2
	2019	12,4
	2020	2,8
	2021	13,2

Как следует из таблицы 2, в условиях Ботанического сада ЮФУ полевая всхожесть *H. grandiflorum* сильно варьирует по годам, что зависит, в частности, от погодных условий в период прорастания семян. Среднее значение полевой всхожести составляет 8,05±1,38 (0,4–13,2) %, что в целом совпадает с литературными данными.

Семена *H. grandiflorum* имеют твёрдую семенную кожуру, которая препятствует набуханию и прохождению кислорода. Всхожесть и энергия прорастания семян копеечника крупноцветкового невысокие и быстро снижаются с годами хранения. Их скарификация позволяет увеличить эти показатели. Относительно низкая всхожесть семян нивелируется достаточно высокой продуктивностью особей в целом. По данным М.В. Лаврентьева потенциальная семенная продуктивность изученных им ценопопуляций в среднем равна 79±2 семян на побег, а реальная – 51±2 семя на побег. Соответственно, коэффициент продуктивности составляет 64,5 %. При пересчёте на особь потенциальная семенная продуктивность в среднем равна 442 семени на особь, а реальная – 286 семян на особь (Лаврентьев, 2016).

У видов, обладающих твёрдосемянностью, лишь часть семян прорастает относительно быстро. Семена различных видов рода копеечник способны длительное время храниться в почве. Всходы появляются периодически за счёт семян нового урожая и их запаса в почве (Супрун, Малаева, Шумихин, 2020).

Микропопуляция копеечника крупноцветкового в Ботаническом саду ЮФУ визуально характеризуется относительно высокой семенной продуктивностью (рис. 2). В настоящее время в ней произрастает более 100 генеративных особей.

Рисунок 2. Массовое плодоношение копеечника крупноцветкового. 05.07. 2021 г.

Каждый год весной (в апреле-начале мая) на делянке появляется многочисленный самосев, но вскоре большая часть проростков погибает. Оставшиеся растения переходят в ювенильное состояние, а к концу лета значительная часть из них (46 %) начинают цвести. Выяснилось, что сезонная динамика онтогенетической структуры искусственной микропопуляции копеечника крупноцветкового сходна с природными ценопопуляциями, о чём свидетельствуют результаты анализа сезонной динамики онтогенетической структуры ценопопуляций *H. grandiflorum*, проведённого В.Н. Ильиной (2013a) на территории памятника природы «Каменный дол» (Самарская область). Ильиной В.Н. было установлено, что длительность начальных стадий онтогенеза копеечника крупноцветкового невелика, проростки чувствительны к различным факторам среды и в массе элиминируют, семена обладают периодом покоя и сразу после диссеминации не прорастают; к концу лета в возрастной структуре преобладают генеративные растения, которые составляют ядро популяции, определяющее её стабильность.

О степени перспективности сохранения *H. grandiflorum* ex situ мнения расходятся. Так, по устным сообщениям сотрудников Ботанического сада Самарского государственного университета, *H. grandiflorum* прихотлив при выращивании. Вид весьма требователен к эдафическим условиям произрастания и в скором времени выпадает без внесения в почву мела (Ильина, 2013b). По мнению А.В. Лукониной (2005) копеечник крупноцветковый относится к перспективным интродуцентам.

Успешность первичной интродукции *H. grandiflorum* в Ботанический сад ЮФУ оценивалась по 7-ми балльной шкале В.В. Бакановой (1984), где 1 балл означает положительный результат интродукции, а 0 баллов – отсутствие того или другого свойства у интродуцента. В 2021 г. копеечнику крупноцветковому были даны следующие оценки:

развитие вегетативных органов – 1 балл,
наличие регулярного цветения – 1 балл,
наличие регулярного плодоношения – 1 балл,
зимостойкость – 1 балл,
засухоустойчивость – 1 балл,
способность к саморасселению (единично) – 1 балл,
способность к саморасселению (массово) – 0 баллов.

Таким образом, сумма составила 6 баллов из 7-ми возможных, что свидетельствует об относительно высокой степени адаптации *H. grandiflorum* к условиям Ботанического

сада. Это проявляется в устойчивости растений к неблагоприятным абиотическим факторам среды, а также в более или менее полной реализации их репродуктивного потенциала, что обеспечивает самоподдержание количественного и возрастного состава интродуцированной микропопуляции.

Список литературы

1. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. Киев: Наукова думка, 1984. 154 с.
2. Бейдеман И.Н. Методика фенологических наблюдений при геоботанических исследованиях. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 28 с.
3. Вардуни Т.В., Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н., Козловский Б.Л., Федяева В.В. Коллекционная политика Ботанического сада Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета: учебно-методическое пособие. Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ, 2016. 168 с.
4. Зайцев Г.Н. Фенология травянистых многолетников. М.: Наука, 1978. 50 с.
5. Зиман С.Н. Жизненные формы и биология степных растений Донбасса. Киев: Наукова Думка, 1976. 192 с.
6. Зозулин Г.М., Абрамова Т.И., Пашков Г.Д. и др. Материалы для Красной книги Ростовской области // Известия СКНЦ ВШ. Естественные науки. 1977. № 1. С. 105–108.
7. Ильина В.Н. О биоэкологических особенностях копеечника крупноцветкового (Hedysarum grandiflorum Pall., Fabaceae) в Самарской области // Самарский научный вестник. 2013a. №4 (5). С. 78–80.
8. Ильина В.Н. Онтогенез копеечника крупноцветкового (Hedysarum grandiflorum Pall.) // Онтогенетический атлас растений: научное издание. Том V. Йошкар-Ола: МарГУ, 2007. С. 126–132.
9. Ильина В.Н. Перспективы интродукции некоторых видов семейства бобовые в связи с особенностями начальных периодов онтогенеза // Самарский научный вестник. 2013b. №3 (4). С. 44–47.
10. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. / Ред. Л.В. Бардунов, В.С. Новиков. М.: Т-во научных изданий КМК, 2008. 855 с.
11. Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. Т. 2 / Науч. ред. В.В. Федяева. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. 344 с.
12. Лаврентьев М.В. Ботанико-экологическая характеристика Hedysarum grandiflorum Pall. и фитоценозов с его участием в южной части Приволжской возвышенности: дис… канд. биол. наук. Саратов, 2018. 197 с.
13. Лаврентьев М.В. Характеристика репродуктивных особенностей Hedysarum grandiflorum (Fabaceae) в южной части приволжской возвышенности // Бюл. Бот. сада Сарат. гос. ун-та. 2016. Т. 14, вып. 2. С. 35−43.
14. Луконина А.В. Растительный покров Волгоградской области как источник растений для интродукции: дис… канд. биол. наук. М., 2005. 301 с.
15. Супрун Н.А., Малаева Е.В., Шумихин С.А. Особенности семенного размножения Hedysarum grandiflorum Pall. ex situ и in vitro // Вестник Пермского университета. Билогия. Вып. 4., 2020. С. 286–293.
16. Шишлова Ж.Н., Шмараева А.Н. Hedysarum grandiflorum Pall. // Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. Т. 2 / Науч. ред. В.В. Федяева. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. С. 196.

17. Шмараева А.Н, Кузьменко И.П., Шишлова Ж.Н., Федяева В.В., Макарова Л.И. , Фирсова А.В. Коллекция редких и исчезающих растений Ростовской области в Ботаническом саду Южного федерального университета // Труды Ботанического сада Южного федерального университета. Выпуск 5: сборник научных трудов / Под ред. Т.В. Вардуни. Ростов-на-Дону ; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2021. С. 56–111.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № 0852-2020-0029.

ИНТРОДУКЦИЯ РЕДКОГО ВИДА *STIPA ADOXA KLOK.* ET OSSYCZNJUK (СЕМ. POACEAE (R. BR.) BARNH.) В БОТАНИЧЕСКИЙ САД ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Макарова Л.И., Шмараева А.Н.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
lmak@sfedu.ru, anshmaraeva@sfedu.ru

INTRODUCTION OF A RARE SPECIES STIPA ADOXA KLOK. ET OSSYCZNJUK (POACEAE (R. BR.) BARNH.) TO THE BOTANICAL GARDEN OF THE SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY

Makarova L.I., Shmaraeva A.N.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
lmak@sfedu.ru, anshmaraeva@sfedu.ru

Аннотация. *Stipa adoxa* Klok. et Ossycznjuk (сем. Poaceae (R. Br.) Barnh.) – это плотнодерновинный степной злак, приазовско-донской эндемик, имеющий в Красной книге Ростовской области категорию статуса редкости 1б как вид, находящийся под угрозой исчезновения. Вид внесён в Приложение к Красной книге Российской Федерации. Впервые на территории Ростовской области Stipa adoxa был зарегистрирован в 2010 г. на особо охраняемой природной территории «Лысогорка» (Куйбышевский район). В коллекции редких и исчезающих видов растений Ростовской области Ботанического сада Южного федерального университета вид содержится с 2014 г. Интродуцированная микропопуляция занимает площадь 84 кв. м., её численность составляет более 250 генеративных особей. В условиях Ботанического сада Stipa adoxa проходит полный цикл сезонного развития, ежегодно обильно цветёт и плодоносит, даёт самосев. Полевая всхожесть свежесобранных семян в разные годы составила 11,0–44,8 %. При оценке успешности интродукции по 7-ми балльной шкале В.В. Бакановой Stipa adoxa набирает 7 баллов, что свидетельствует о высокой степени адаптации этого вида к условиям Ботанического сада и перспективности его сохранения ex situ.

Ключевые слова: *Stipa adoxa* Klok. et Ossycznjuk, Ботанический сад ЮФУ, Красная книга, интродукция, коллекция, полевая всхожесть.

Abstract. *Stipa adoxa* Klok. et Ossycznjuk (Poaceae (R. Br.) Barnh.) – is a densely sodded steppe grass, an Azov-Don endemic that has the category status rarity 1b as an endangered species in the Red List of the Rostov Region. The species is listed in the Appendix to the Red List of the Russian Federation. Stipa adoxa was first recorded in the territory of the Rostov Region in 2010 in the specially protected natural area «Lysogorka» (Kuibyshevsky district). In the collection of rare and endangered plant species of the Rostov region of the Botanical Garden of Southern

Federal University, the species has been kept since 2014. The introduced micropopulation occupies an area of 84 sq. m., its number is more than 250 generative individuals. Under the conditions of the Botanical Garden Stipa adoxa undergoes a full cycle of seasonal development, blooms and bears fruit abundantly every year, gives self-sowing. Field germination of freshly harvested seeds in different years was 11,0–44,8 %. When assessing the success of introduction according to the 7-point scale of V.V. Bakanova scores 7, which indicates a high degree of adaptation of this species to the conditions of the Botanical Garden and the prospects of its ex situ conservation.

Keywords: *Stipa adoxa* Klok. et Ossycznjuk, Botanical Garden of SFedU, Red List, introduction, collection, field germination.

Ботанический сад Южного федерального университета за 95 лет своего существования превратился в современный центр сохранения биологического разнообразия растений, одной из приоритетных задач которого является сохранение региональной флоры ex situ, то есть в составе коллекций и экспозиций. Этим целям служит, в частности, коллекция редких и исчезающих видов растений Ростовской области, в составе которой содержится, в том числе эндемичный вид *Stipa adoxa* Klok. et Ossycznjuk (Красная книга…, 2014; Шмараева и др., 2021).

По мнению Н.Н. Цвелёва *Stipa adoxa* Klok. et Ossycznjuk, описанный в 1975 г. М.В. Клоковым и В.В. Осычнюком по образцам, собранным В.В. Осычнюком в Хомутовской степи в 1973 г. (Клоков, Осычнюк, 1976), является синонимом *Stipa iljinii* Roshev., который был описан Р.Ю. Рожевицем в 1932 г. (Рожевиц, 1934) по сборам 1928 г. М.М. Ильина и А.О. Гейнрихсона из Восточного Казахстана, поэтому название *Stipa iljinii* Roshev. Н.Н. Цвелёв считает приоритетным (Цвелёв, 2011; Цвелёв, Пробатова, 2019).

Stipa adoxa Klok. et Ossycznjuk (сем. Poaceae – злаковые) – ковыль незаметный, или ковыль дивный – приазовско-донской эндемик, имеющий в Красной книге Ростовской области (2014) категорию статуса редкости 1б как вид, находящийся под угрозой исчезновения, в силу крайне низкой численности и крайне ограниченного числа местонахождений. Вид внесён в Приложение к Красной книге Российской Федерации (2008).

Stipa adoxa – это многолетняя серо-зелёная плотнодерновинная трава. Стебли её – до 60 см высотой, шершавые от многочисленных, направленных вверх шипиков; с тремя узлами, под которыми стебли голые, но под метёлкой мелкощетинистые.

Листья бесплодных побегов – длинные (до 70 см), узколинейные, до 2 мм шириной, обычно свёрнутые, щетиновидные (0,3–0,6 мм в диаметре), снаружи (снизу) сильно шероховатые от обильных острых бугорков, иногда с примесью коротких щетинок или шипиков; изнутри (сверху) обычно только с мелкими шипиками, реже с рассеянными короткими волосками, вдоль краёв густо покрытые почти прижатыми длинноватыми волосками. Язычки треугольные, 1–1,5 мм длины, по краю мелкореснитчатые. Влагалища голые и гладкие, по краям (по крайней мере, некоторые) реснитчатые.

Стеблевые листья – 10–15 см длины, неплотно свёрнутые, снизу слабошероховатые, сверху тонковолосистые; язычки их ланцетные 3,5–4 мм длины, по краю реснитчатые. Влагалища стеблевых листьев слобошероховатые, по краям без ресничек.

Колоски одноцветковые, в числе 5–7 шт., собраны в метёлку, ось которой 10–12 см длины. Колосковые чешуи 3–5 см длины, голые. Длина нижней цветковой чешуи – 16–21 мм, краевая полоска волосков на ней доходит (не редея) или менее чем на 1,5 мм не доходит до основания ости; на верхушке чешуи развита односторонняя коронка 1–1,2 мм длины.

Ость – дважды коленчато согнутая, 18–35 см длиной, по всей длине перистая, в нижней (скрученной) части с волосками 0,5–1,5 мм длины (нередко с очень короткими,

слабо заметными волосками), не всегда доходящими до основания ости; верхняя (нескрученная) перисто-волосистая часть ости образует перо 7–8 мм ширины с более мягкими волосками 4–4,5 мм длины (Клоков, Осычнюк, 1976; Цвелёв, Пробатова, 2019) (рис. 1).

Ковыль незаметный – мезоксерофит, гелиофит, петрофит, ветроопыляемое растение, анемохор, размножается семенами.

Рисунок 1. Ковыль незаметный – крупнодерновинный многолетник. 22.05.2021 г.

Впервые на территории Ростовской области популяция ковыля незаметного была описана в 2010 г., в Куйбышевском районе в окрестностях села Лысогорка на особо охраняемой природной территории (ООПТ) «Лысогорка». Популяция входит в состав петрофитной степи на слаборазвитых каменисто-щебнистых почвах наряду с такими эндемиками как *Genista scythica* Pacz., *Hyacinthella pallasiana* (Stev.) Losinsk., *Euphorbia cretophila* Klok. (Дёмина, 2010) (рис. 2).

Ареал ковыля незаметного детально не изучен; в настоящее время известны три его географически разобщённых местонахождения: два на Приазовской возвышенности – в Донецкой области на Украине в заповеднике «Хомутовская степь» (в 2015 г. включён в состав биосферной особо охраняемой природной территории «Хомутовская степь – Меотида»), откуда был описан (Клоков, Осычнюк, 1976; Остапко и др., 2021), и в Куйбышевском районе Ростовской области в России в окрестностях села Лысогорка (Дёмина, 2010, 2014); одно – в Донской излучине на территории Волгоградской области (Сагалаев, 2017).

В гербарных фондах Ботанического сада ЮФУ (RWBG) и кафедры ботаники ЮФУ (RV) хранятся образцы *Stipa adoxa*, собранные на ООПТ «Лысогорка» в разные годы.

В коллекции редких и исчезающих видов растений Ростовской области Ботанического сада ЮФУ ковыль незаметный содержится с 2014 г. Интродуцированная

микропопуляция занимает площадь 84 кв. м., её численность составляет более 250 генеративных особей (рис. 1, 3).

Рисунок 2. Особо охраняемая природная территория «Лысогорка», плодоношение ковыля незаметного. 29.05.2010 г.

В процессе многолетних фенологических наблюдений было установлено, что *Stipa adoxa* по феноритмотипу относится к группе длительновегетирующих зимнезелёных растений с летним полупокоем. В условиях Ботанического сада ковыль незаметный проходит полный цикл сезонного развития, ежегодно обильно цветёт и плодоносит, даёт самосев (табл. 1). Отрастание побегов происходит в период с начала марта до начала апреля (в зависимости от погодных условий), бутонизация – с начала апреля до начала мая; массовое цветение приходится, как правило, на вторую-третью декаду мая (рис. 3); массовое плодоношение – на начало-середину июня.

За дату конца вегетации условно принималась дата наступления первых заморозков, которые приходились на вторую-третью декаду ноября.

Одним из важнейших параметров для определения перспектив сохранения *Stipa adoxa* в культуре (в коллекциях, экспозициях – ex situ) является полевая всхожесть семян. В Ботаническом саду ЮФУ в течение 6-ти лет проводились опыты по определению полевой всхожести. Посев семян в открытый грунт без специальной предпосевной обработки осуществлялся в октябре-ноябре после 3–4 месяцев хранения свежесобранных семян при комнатной температуре. Для каждой пробы отбиралось 50 неповреждённых семян, опыты закладывались в пяти повторностях.

Таблица 1. Результаты фенологических наблюдений за *Stipa adoxa* в Ботаническом саду ЮФУ

№ п/п	Год наблюдений	Дата начала фенофазы						
		Отрастание	Бутонизация	Начало цветения	Массовое цветение	Конец цветения	Начало созревания плодов	Массовое созревание плодов
	2015	25.03.	30.04.	19.05.	23.05.	29.05.	05.06.	08.06.
	2016	07.03.	21.04.	07.05.	10.05.	16.05.	01.06.	06.06.
	2017	15.03.	02.05.	17.05.	18.05.	30.05.	09.06.	13.06.
	2018	04.04.	28.04.	11.05.	15.05.	21.05.	28.05.	04.06.
	2019	19.03.	23.04.	07.05.	13.05.	17.05.	31.05.	04.06.
	2020	13.03.	09.04.	17.04.	15.05.	22.05.	04.06.	08.06.
	2021	27.03.	04.05.	17.05.	24.05.	31.05.	07.06.	15.06.

Рисунок 3. Массовое цветение ковыля незаметного. 22.05.2021 г.

Stipa adoxa характеризуется относительно высокой полевой всхожестью семян, которая в разные годы составляла 11,0–44,8 % (табл. 2).

Таблица 2. Полевая всхожесть *Stipa adoxa* в коллекции Ботанического сада ЮФУ

№ п/п	Год проведения наблюдений	Полевая всхожесть, %
	2014	11,0
	2017	19,2
	2018	29,2
	2019	36,4
	2020	44,8
	2021	30,0

Как следует из таблицы 2, в условиях Ботанического сада ЮФУ полевая всхожесть *Stipa adoxa* заметно варьирует по годам, что зависит, в частности, от погодных условий в период прорастания семян. Среднее значение полевой всхожести составляет 28,43±2,41 %.

Успешность первичной интродукции *Stipa adoxa* в Ботанический сад ЮФУ оценивалась по 7-ми балльной шкале В.В. Бакановой (1984), где 1 балл означает положительный результат интродукции, а 0 баллов – отсутствие того или другого свойства у интродуцента. В 2021 г. ковылю незаметному были даны следующие оценки:

развитие вегетативных органов – 1 балл,
наличие регулярного цветения – 1 балл,
наличие регулярного плодоношения – 1 балл,
зимостойкость – 1 балл,
засухоустойчивость – 1 балл,
способность к саморасселению (единично) – 1 балл,
способность к саморасселению (массово) – 1 балл.

Сумма составила 7 баллов из 7-ми возможных, что свидетельствует о высокой степени адаптации *Stipa adoxa* к условиям Ботанического сада. Этот вид устойчив к неблагоприятным абиотическим факторам среды, а также более или менее полно реализует свой репродуктивный потенциал (визуальные наблюдения), который сочетается с относительно высокой всхожестью семян, что в целом обеспечивает самоподдержание количественного и возрастного состава интродуцированной микропопуляции.

В Ботаническом саду ковыль незаметный в отдельные годы повреждается изозомой пунктированной (*Tetramesa punctata* Zer. из семейства Eurytomidae), но она не причиняет растениям существенного вреда.

Таким образом, первичная интродукция *Stipa adoxa* в Ботанический сад ЮФУ проходит вполне успешно, что свидетельствует о перспективности сохранения этого вида в составе коллекции.

Список литературы

1. Баканова В.В. Цветочно-декоративные многолетники открытого грунта. Киев: Наукова думка, 1984. 154 с.
2. Дёмина О.Н. Stipa adoxa (Poaceae) – новый вид флоры для территории России // Бот. журнал. 2010. Т. 95. № 2. С. 190–202.
3. Дёмина О.Н. Stipa adoxa Klok. et Ossycznjuk // Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. Т. 2 / Науч. ред. В.В. Федяева. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. С. 297.
4. Клоков М.В., Осычнюк В.В. Ковыли Украины // Новости систематики высших и низших растений, 1975. Киев: Наукова думка, 1976. С. 7–92.
5. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. / Ред. Л.В. Бардунов, В.С. Новиков. М.: Т-во научных изданий КМК, 2008. 855 с.

6. Красная книга Ростовской области. Растения и грибы. Издание 2-е. Т. 2 / Науч. ред. В.В. Федяева. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. 344 с.
7. Остапко В.М., Приходько С.А., Муленкова Е.Г. Созофиты заповедника «Хомутовская степь» // Промышленная ботаника, 2021. Вып. 21. № 3. С. 38–44.
8. Рожевиц Р.Ю. Род Ковыль – Stipa L. // Флора СССР / Гл. ред. В.Л. Комаров. Т. II. Ленигнград: Изд-во Академии наук СССР, 1934. С. 79–112.
9. Сагалаев В.А. Ковыль незаметный // Красная книга Волгоградской области. Растения и другие организмы / Под ред. О.Г. Барановой, В.А. Сагалаева. Воронеж: ООО «Издат-Принт», 2017. С. 182.
10. Цвелёв Н.Н. Заметки о трибе ковылевых (Stipeae Dumort., Poaceae) // Новости систематики высших растений. Т. 43. М.-СПб.: Т-во научных изданий КМК, 2011. С. 26–27.
11. Цвелёв Н.Н., Пробатова Н.С. Злаки России. Род Stipa L. М.: Т-во научных изданий КМК, 2019. С. 446–459.
12. Шмараева А.Н, Кузьменко И.П., Шишлова Ж.Н., Федяева В.В., Макарова Л.И. , Фирсова А.В. Коллекция редких и исчезающих растений Ростовской области в Ботаническом саду Южного федерального университета // Труды Ботанического сада Южного федерального университета. Выпуск 6: сборник научных трудов / Под ред. Т.В. Вардуни. Ростов-на-Дону ; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2021. С. 56–111.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № 0852-2020-0029.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКСПОЗИЦИЙ РОДОВ ОРЕХ И РОЗА

Мальцева А.Н., Тарик Е.П.
Ботанический сад ЮФУ, г. Ростов-на-Дону, Россия
anmalceva@sfedu.ru , tarik-1994@mail.ru

FEATURES OF DESIGNING OF AN EXPOSITION OF THE GENUS HONEYSUCKLE JUGLANS AND ROSA

Maltseva A.N., Tarik E.P.
Botanical Garden of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Аннотация. В статье рассматриваются особенности формирования паркового пространства и древесных коллекций.

Ключевые слова: дендрологические коллекции, интродуценты.

Abstract. The article discusses the features of the formation of park space and tree collections.

Keywords: dendrological collections, introductions.

Ботанический сад Южного федерального университета имеет древесные коллекции экземпляры, которых вошли в синильную стадию и даже погибли. Изменились взгляды на принципы подбора растений в экспозиции. Так, Журов (2010) предлагает классификацию ландшафтных экспозиций из шести основных градаций и 30 детальных садов. Кроме того, существует множество факторов, которые необходимо учитывать при разработке оформляемой территории. К ним относятся: экологические (климат, почвы, местная

флора), антропогенные (потоки посетителей, рекреационная нагрузка, общая культура населения), экономические (бюджет, выделенный на создание экспозиции, затраты на содержание, окупаемость, возможность развития).

Климат Ростовской области континентальный, тёплый сухой. Средняя годовая температура $+8,9^0$ С, средняя январская $-6,0^0$ С, средняя июльская $+23,5^0$ С. Количество осадков на территории Нижнего Дона колеблется от 360 до 500 мм в год (Агроклиматические ресурсы Ростовской области, 1972).

Коллекция орехоплодных растений находится в западной части Ботанического сада, которая расположена на водораздельном плато. Преобладающими почвами на территории Ботанического сада являются чернозёмы обыкновенные карбонатные. Почвы Ботанического сада ЮФУ (РГУ) в течение десятилетий заняты под коллекциями растений, различного функционального назначения.

Успех разведения орехоплодных растений, как и многих других растений южного происхождения, в очень большой мере зависит от географического происхождения семян. В 50-х годах из орехоплодных пород в лесонасаждениях, парках, садах и на приусадебных участках в Ростовской области культивировались орехи: грецкий, чёрный, маньчжурский, серый. Грецкий орех в Ростовской области возделывается ещё с 19- го века. Считается, что распространённые в области многие, вполне выносливее лучшие сорта и формы его, получены от местных старых растений (Жерновой, 1966, 1968). Другие представители орехоплодных, как пекан, орех Зибольда, чёрный, маньчжурский, серый, лишь сравнительно недавно завезённые в Ростовскую область, при испытании в Ботаническом саду Ростовского госуниверситета дали также положительные результаты.

В Ботаническом саду Ростовского госуниверситета в 1953-1954 г. Чугуновым И.Е. и Жерновым А.С. была заложена коллекция, которая содержала 93 таксономические единицы: видов и разновидностей 17, форм и гибридов 67, сортов 12. Всего культивировалось около 876 деревьев и кустарников на площади 12 га. В 1966 г. за работу на тему: «Интродукция и акклиматизация хозяйственных форм и сортов грецкого ореха в Ростовской области А.С. Жерновому была присуждена степень кандидата сельскохозяйственных наук. Через тринадцать после создания коллекции были отобраны из 30 форм Juglans regia L. 16 морозоустойчивых форм. Все формы отмечены как засухоустойчивые. За результаты работ по отбору форм ореха грецкого на Нижнем Дону была присуждена серебряная медаль ВДНХ.

В 2006 г. в статье «Продолжительность жизни орехоплодных растений ex situ», опубликованной Мальцевой А.Н., дана оценка состояния орехоплодных растений в коллекции, в том числе и видов рода Juglans regia L.

При этом следует отметить, что виды в коллекции были распределены неравномерно – в разных рядах и местах и в разных количествах от 2 до 11. Сама коллекция представляет собой загущенную посадку.

С точки зрения рекомендаций для выращивания видов рода Juglans regia L. на Нижнем Дону в результате интродукционных испытаний в таких условиях они могут считаться недостаточно достоверными.

В настоящее время решено создать экспозицию видов рода Juglans L. Для этого был проанализирован обзор литературы (Деревья и кустарники СССР, 1951; Славский, 2006; Малышева, 1998; Таран, 2002; Трушева, 2007; Помогайбин, 2008 и др.), а также перечень по Международной классификации имеющихся видов и форм рода Орех и выбрано 8 основных видов.

Для включения в экспозицию при подборе учитывались оригинальность плодов и свойства, характерные при использовании в озеленении, а именно описание дерева (рис. 1).

Сравнение особенностей плодов представлено на рисунке 2.

Краткое описание видов рода Juglans и их ареалов

1. Juglans regia L. - Орех грецкий

Дерево высотой до 30-35 м с высоко поднятой шатровидной кроной.

Грецкий орех очень полиморфен по форме косточки костянки (ореха). Окраска оболочки семени тонкая от белой до жёлто-коричневой и темно-красной.

Длина орехов от 15 мм до 60 мм, толщина скорлупы от 9,2 до 2,9 мм, вес от 2 до 25 г., выход ядра от 30 до 70%. Грунтовая всхожесть около 50%.

Установлено много форм грецкого ореха по форме косточки и внутренней структуре. Среди грецкого ореха встречается 3 ряда форм.1 ряд - Euregiae Sok., 2 ряд – Lacunosae Sok., 3 ряд – Macrolacunosae Sok.

У грецкого ореха ряда Euregiae Sok орехи подразделяются по форме роста, по форме листьев, по окраске листьев, по времени цветения, по характеру соцветий.

Область распространения: Средняя Азия, Иран. Афганистан, Гималаи, Корея, Китай, Япония, южная часть Балканского полуострова.

В культуре выведено много сортов грецкого ореха из ряда Euregiae, Грецкий орех как плодовое дерево можно разводить в Европейской части России и бывшего СССР на север до линии Рига – Москва – Самара и на восток до Волги, во всех районах Кавказа, в Средней Азии при поливе повсюду и в горных районах. В Молдавии, западных и средних районах Украины, на Северном Кавказе и в Средней Азии грецкий орех пригоден для полезащитных полос. Известны гибриды грецкого ореха с другими видами.

Ареал JugLans: 1 – J. regia; 2 – J. manshurica; 3 – J. Sieboldiana; 4 – J. cinerea; 5 – J. nigra ; 6 – J. rupestris; 7 – J. californica

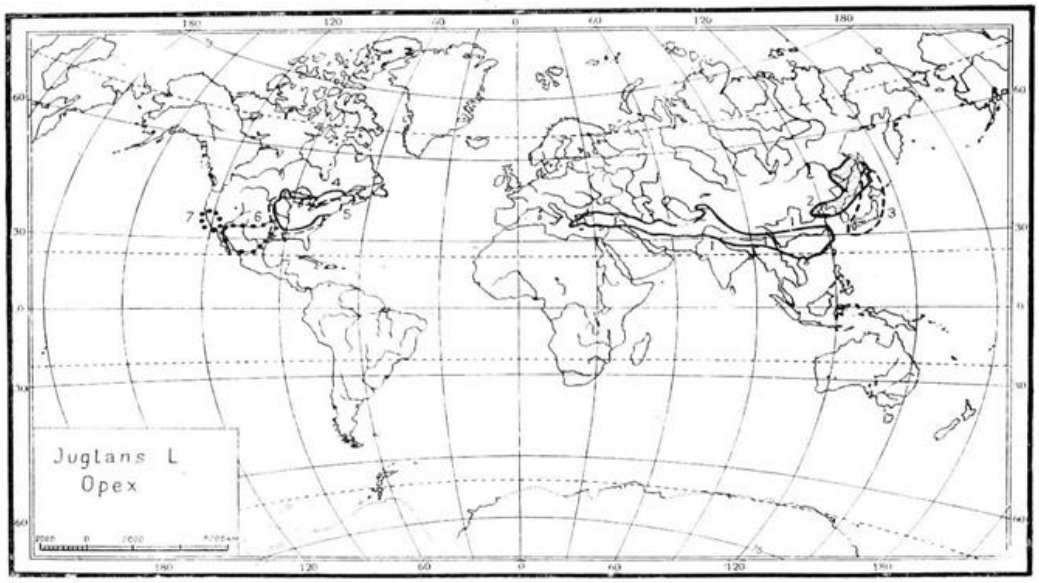


Рисунок 1. Распространение видов рода Орех

Рисунок 2. Плоды ореха.

2. Juglans Sieboldiana Maxim. – Орех Зибольда

Орех Зибольда или айлантолистный (Juglans siboldiana Vfxsim., sin. Ailanthifolia Carr.), в России растёт на Сахалине и Курильских островах. Ареал распространения в нашей стране очень мал, и продолжает сокращаться. За рубежом – встречается в горах Японии. Кроме того, там произрастает и его особо ценный подвид – орех сердцевидный (Ssp. cordiformis Max.), дающий орехи сердцевидной, сильно сплюснутой формы, с тонкой скорлупой (рис.3).

Рисунок 3. Орех айлантолистный или Зибольта

Орех Зибольда – высокоствольное дерево, 20-25 м высоты. и около 1 м в диаметре. Растёт группами и одиночно, высоко-декоративен. Обладает быстрым ростом. Продолжительность жизни 200-300 лет. Кора зеленовато-серая, ветви светло-серые с желтоватым оттенком. Древесина обладает отличными техническими свойствами, идёт на изготовление мебели и ружейных лож.

Крона широкая, редковетвистая, молодые побеги толстые. Листья очередные, зеленые, 40-60 (иногда до 100) см длины и до 40 см ширины, с 9-21 листочками и коричневатым черешком; собраны на концах ветвей.

Вид хорошо переносит загрязнение воздуха. Обладают высокой способностью очищать воздух от паров бензина, и других газообразных и пылевидных примесей.

Однодомен, цветёт в первой половине мая. Цветки собраны по 10-20 штук. Плодоношение обильное. Плоды в волосистом околоплоднике имеют округлую или яйцевидную форму, размерами 5 на 4 см, собраны в кисти до 20 шт.

Орехи 2-4 см длиной, плоскоокруглой или яйцевидной формы с двумя рёбрами и острой вершиной, почти гладкие; больше похожи на грецкие, а не на маньчжурские.

Скорлупа сравнительно тонкая, но твердая, ядрышко не крупное, составляет до 30% массы ореха, очень вкусное, жирность до 63%.

Вид теплолюбив, но одновременно зимостоек. Требователен к плодородию почвы. Размножается преимущественно семенами. Возможно размножение и черенками, их укореняемость, даже без применения стимуляторов роста, достигает 30%. Отлично размножается прививкой.

3. Juglans cordiformis Maxim. – Орех сердцевидный (рис. 4 и 5)

Орех сердцевидный – уникальное листопадное дерево с шикарной раскидистой кроной. В дикой природе это растение, являющееся уроженцем Японии, считается исчезающим, поэтому очень ценится и занесено в Красную книгу.

Рисунок 4. Орех серцевидный.

Высота ореха в природных условиях достигает 15 метров, в культурном выращивании – 9-10 метров. Кора светло-серая, побеги опушенные, липкие, коричневатые, с крупными (около 2 см) вершинными почками. Листовые ветви большие, около 1 метра, каждая состоит из 11-15 продолговато-овальных листочков, опушенных вдоль жилок с нижней стороны. Дерево ореха сердцевидного характеризуется средним темпом роста.

Цветение приходится на май-июнь (одновременно с распусканием листьев); женским пестичным цветкам, собранным в кисти по 8-12 штук, характерны розово-красные длинные рыльца, мужские цветы представляют собой длинные сережки (около 20 см). Растение достаточно зимостойкое и способно расти в условиях сурового морозного климата. Также орех сердцевидный устойчив к болезням и вредителям.

Плодоношение начинается через 6-8 лет после посадки. Плоды собраны в грозди по 8-12 штук, околоплодники зеленого цвета, сердцевидной формы, длиной около 5 см, шириной около 4 см.

Размер орешков, характеризующихся сердцевидной формой и острым тонким «носиком» – небольшой, всего 3-4 см в длину и около 3 см в ширину при массе 5-6 граммов. Внутренние перегородки отсутствуют, наружная поверхность тонкой (около 1,6 мм в толщину) скорлупы – гладкая.

Плод легко раскалывается напополам и в таком виде очень похож на медальон. Ядро сладкое, по размеру крупное, его без труда можно извлечь из скорлупы.

Рисунок 5. Плоды ореха сердцевидного

Орех сердцевидный считается самым вкусным среди остальных видов, характеризуется высокой жирностью (намного выше, чем у грецкого ореха) и пониженным содержанием дубильных веществ, что не вызывает першение в горле. Ядро имеет сладковатый вкус. Единственный кто может с ним хоть как-то поспорить в этом, это орех черный, за счет своего неповторимого аромата.

Этот вид заслуживает большого внимания урожайностью, высоким качеством плодов и исключительной декоративностью благодаря пышной кроне, крупным листьям, цветкам с яркими рыльцами и гроздевидным плодам.

Кроме того, сердцевидный орех отличается способностью очищать воздух от паров бензина, ацетилена и других вредных примесей. Вот почему этот вид, как и другие виды орехов рода Juqlans, рекомендуется высаживать в местах с загрязнённым воздухом.

4. Juglans manshurica Maxim. - Орех маньчжурский (рис.6)

Это растение имеет несколько названий, а именно: амурский или китайский орех, либо уссурийская лещина.

В среднем это растение достигает в высоту около 30 м, а его продолжительность жизни составляет около 200 лет. Крону сложно назвать раскидистой, в поперечнике она практически никогда не превышает 100 см.

Культура отличается быстрым ростом. Ствол покрыт светло-серой корой, при этом стебли у растения коричневые. Листовые пластины сравнительно крупные, их длина варьируется от 0,5 до 1 м. В летнее время листва окрашена в насыщенно-зеленый цвет, а с наступлением осеннего периода ее окрас сменяется на золотой.

Рисунок 6. Орех маньчжурский.

Первые плоды на маньчжурском орехе формируются в возрасте 10–12 лет. Плоды — это орехи овальной формы, которые внешне имеют массу сходств с грецкими орехами. На одной ветви может формироваться до семи плодов. Орехи покрыты скорлупой, отличающейся высокой прочностью, ее толщина больше 0,5 см.

Это дерево обладает высокой морозостойкостью. Черные мужские цветки собраны в длинные сережковидные соцветия.

Маньчжурский орех считается «королем орехов». Плоды отличаются высокой питательностью, при этом они нередко использовались путешественниками во время дальних странствий. Такое дерево получило широкое распространение в Северном Китае, в Дальневосточном федеральном округе, а еще на Корейском полуострове.

В России орех в дикой природе наиболее широко распространен в таких регионах, как: Вологодская, Московская и Ленинградская область. При этом культивируют его почти в каждом из регионов РФ.

5. Juglans nigra L. – Орех чёрный (рис.7)

Дерево высотой до 40 метров с тёмной, почти чёрной корой, покрытой глубокими трещинами.

Корневая система мощная, с развитым стержневым корнем[3].

Листья длиной 25—50 см, очерёдные, непарноперистые, с 11—23 продолговато-яйцевидными светло-зелёными листочками. Листочки длиной 6—10 см, шириной до 3 см, постепенно сужающиеся к верхушке, основание закруглённое, слегка неравнобокое, край неправильно-мелкозубчатый.

Рисунок 7. Отбеленные плоды Ореха чёрного.

Цветёт одновременно с распусканием листьев. Тычиночные цветки собраны в многоцветковые серёжки длиной 6—15 см, пестичные — в кистях из 3—5 цветков.

Плод зелёный, шаровидный или грушевидный, диаметром 3,5—5 см, покрыт железистыми волосками. Эндокарпий (орех) круглый или яйцевидный, заострённый на вершине, с толстой скорлупой, напоминает грецкий орех.

Растет на глубоких плодородных свежих почвах. Светолюбив. Плодоносит с 8 — 10 лет.

6. Juglans rupestris Engelm. - Орех скальный (рис. 8)

Дерево до 10 м высотой. Крона невысокая, раскидистая. Листья перистые, 30–40 см длиной. Листочки ланцетные, кожистые, до 7 см длиной. Плоды шаровидные. Цветки неприметные. Орехи мелкие, округлые или слегка приплюснутые.

В холодные зимы подмерзает, особенно после затяжной теплой осени. Засухоустойчив и жаростоек. Практически не страдает от вредителей и болезней. Цветет и плодоносит орех скальный регулярно. К почвам нетребователен. Очень декоративен легкой ажурной кроной. Пригоден, как опушечное и солитерное растение для парков и скверов.

7. Juglans cinerea L. – Орех серый (рис. 9)

Это листопадное дерево, похожее на орех маньчжурский. Своё название «серый» орех получил из-за цвета побегов (они имеют серый оттенок в отличие от ореха маньчжурского, у которого веточки имеют коричный цвет).

Листья сложные, формой похожи на листья ореха маньчжурского, но короче. Крона выглядит очень декоративно.

Плоды имеют на поверхности видимые рёбра. Скорлупа ореха извилиста, напоминает вставшие дыбом чешуйки рыб. Эти чешуйки прочно удерживают зелёную оболочку ореха. Отделить её от ореха очень сложно. Сверху оболочка липкая, смолистая. Это дерево уникально своей зимостойкостью. На Американском континенте это самый холодостойкий из орехов. Природный ареал распространяется на территорию Канады.

Рисунок 8. Орех скальный.

Рисунок 9. Орех серый.

В Евразии подобная морозостойкость есть только у ореха маньчжурского. Серый орех нормально переносит зимы на широте Москвы, где это дерево можно увидеть в ботанических садах. Плодоносит с 8 — 12 лет. Серый орех легко образует гибриды с евразийскими видами (орехом грецким, маньчжурским, айлантолистным (Зибольда и сердцевидным).

8. Juglans ailantifolia var. cordiformis. - Орех ланкастерский (рис. 10). В Ботаническом саду Московской медицинской академии им. И. М. Сеченова растет гибрид ореха серого и сердцевидной формы ореха айлантолистного (*Juglans ailantifolia* var. *cordiformis*).

Рисунок 10. Орех ланкастерский.

Это новая орехоплодная культура для территорий с холодным климатом. Урожайность высокая, до 50 кг с одного дерева. Орехи имеют тонкую скорлупу, раскалываются не сложно, зерно легко достаётся, чего нельзя сказать о грецких орехах. Ядро сладкое, вкусное, без горчинки, которая есть у грецкого ореха. Размер ядра вдвое больше, чем у лесного ореха лещины.

Планирование экспозиции коллекции родов Juglans и Rosa

Для расположения коллекции предлагается территория поля между питомником и отделом цветоводства. Площадь поля 4 га. Поле имеет форму квадрата с длиной стороны 200 м. В связи с общепринятыми рекомендациями экземпляры коллекционных видов предлагается расположить по наружному периметру при расстоянии между ними 10 м. В коллекции будет представлено 8 видов рода Juglans, каждого вида по пять экземпляров. На расстоянии 10 м от наружного периметра внутрь будет расположен периметр с экземплярами форм, гибридов и сортов, производных от основного вида в количестве 4 экземпляров. Всего деревьев ореховых планируется 80 экземпляров. Между деревьями орехов можно высадить кустарники и лианы около 80 экземпляров из ареалов распространения видов орехов. Таким образом, в коллекции будет находится около 160 растений (рис. 11).

Растения видов орехов — это крупные деревья для обозрения их необходимо расположить по краю поля. Кроме того, они для озеленения своими большими кронами, дающими тень и освежающими воздух. Место, предлагаемое для коллекции видов рода Орех, находится во входной зоне Ботанического сада ЮФУ с западной стороны. В настоящее время вход ничем не оформлен. Стоит добавить, что Ботанический сад находится между тремя крупными городскими районами Железнодорожным, Советским и Октябрьским с общей численностью около полумиллиона жителей. Кроме того, близко к западному входу в Ботанический сад ЮФУ заселён новый микрорайон Левенцовский, который в перспективе достигнет населения в 100 тыс. и станет новым административным районом города. В связи с этим, на Ботанический сад будет увеличена рекреационная нагрузка. Учитывая всё это, требуется сделать входную зону максимально декоративной. Поэтому предлагается внутри коллекции орехов расположить экспозицию роз или Сад роз. Основу коллекции могут составить наиболее распространённые дикорастущие виды роз – розы морщинистая, белая колючейшая (Rosa rugosa, Rosa spinosissima, Rosa alba), их садовые формы и сорта с простыми и махровыми цветками от кремово-белой до тёмно-розовой окраски. Несколько сортов чайно-гибридных и других групп могут

культивироваться горшечным способом, то есть растения весной выносят в открытый грунт из оранжереи, а на зиму их вновь заносят. Такой способ культивирования обусловлен тем, что сохранение роз зимой требует обязательной зимней защитой, а выполнение её затруднено.

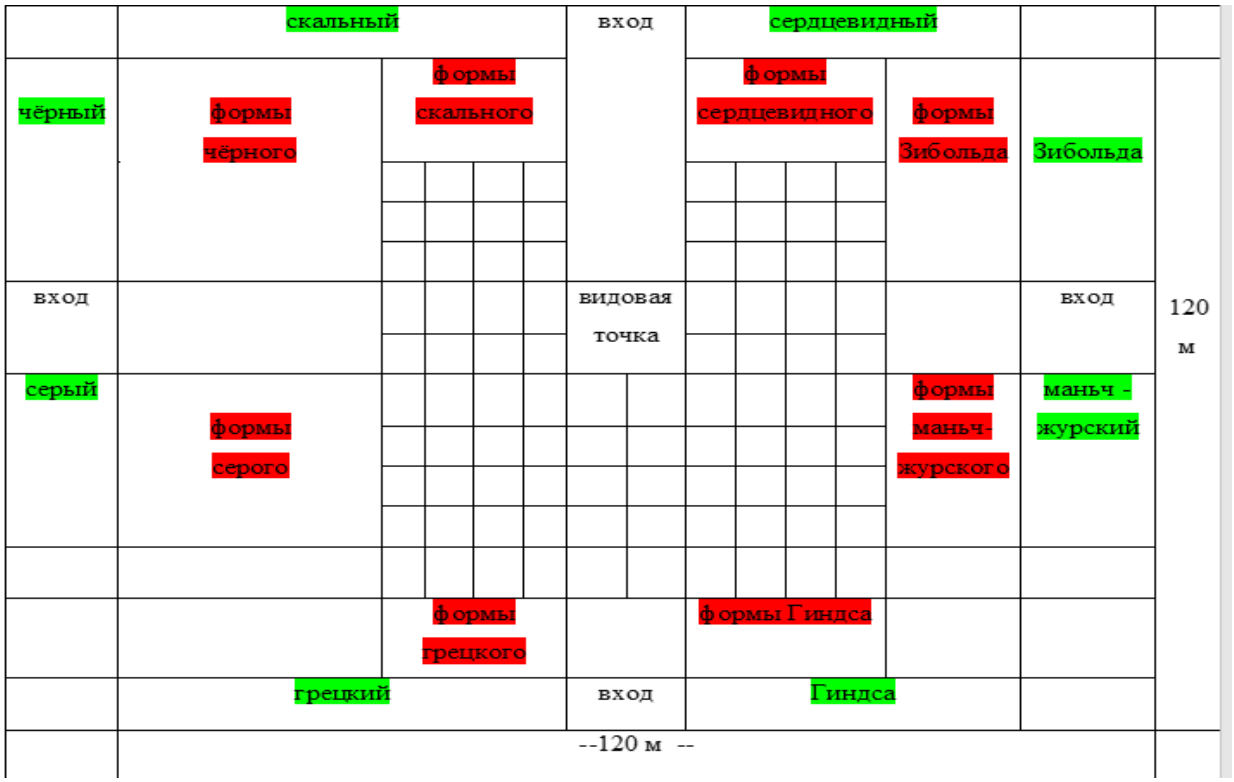


Рисунок 11. План расположения коллекции родов Juglans и Rosa

При создании экспозиций проектируются элементы благоустройства: создание дорожно-тропиночной сети, устройство площадок, установка скамей, информационных щитов, кормушек, малых архитектурных форм. При этом учитываются основные направления деятельности ботанических садов – научной, просветительской, рекреационной.

В центре коллекции планируется видовая площадка, с которой открывается вид на всех представителей рода Juglans. К видовой площадке с каждого угла и со средин сторон построены дороги и дорожки. Для въезда трактора и для обработки почвы предназначается дорога по диагонали с юга (от питомника) до севера (до отдела цветоводства). Механизированная обработка проводится между наружным и внутренним периметром, перед наружным периметром и перед внутренним периметром.

По второй диагонали и линиям со средин сторон проходы по дорожкам для людей. Длина дорожек со средин сторон 400 м. Длина дорожки по диагонали 283 м. Суммарная длина дорожек 683 м. Стоимость 1 кв. м плитки 600 руб. Примерная стоимость плитки на дорожки 420 000 руб.

Вода для полива может быть проведена из скважины на питомнике и с подключением к городскому водопроводу. От скважины проложена труба через поле до южной стороны. Необходимо сделать разводку по полю. От городского водопровода можно провести трубу с южной стороны с переулка Ерёменко от люка около лаборатории Ботанического сада.

Провести электроэнергию можно от угла питомника, расположенного рядом, с южной стороны коллекционного участка или с западной стороны от отдела цветоводства.

Поставить забор вокруг коллекции длиной 800 м. Стоимость сетки рабицы 80 000руб. Стоимость металлических столбов и стоимость работы входят в смету строительства забора.

Установить по внутреннему периметру на расстоянии 50 м скамейки. Стоимость скамейки 500 руб. Стоимость 20 скамеек 10 000 руб.

Для работ на коллекции видов рода Juglans необходимы куратор коллекции и рабочие для ухода. 160 экземпляров древесных растений должны быть посеяны или посажены. Уходные работы состоят из прополочных работ, полива, обрезки растений, обработки от вредителей и болезней. Число рабочих примерно рассчитывается на каждые 10 деревьев орехов и кустарников между ними требуется один человек. Таким образом, для обслуживания коллекции необходим штат из 16 рабочих и одного куратора.

Для организации коллекции видов рода Орех можно привлечь растения из следующих учреждений:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Горнотаёжная станция им. В.Л. Комарова Дальневосточного отделения Российской академии наук. Приморский край. г. Уссурийск, с. Горно-Таёжное.

Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения РАН. г. Южно-Сахалинск

Самарский ботанический сад государственного университета. г. Самара.

Майкопский государственный технологический университет Экологический факультет Кафедра ландшафтной архитектуры и лесного дела. Республика Адыгея, г.Майкоп.

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства и виноделия. г. Краснодар

Никитский ботанический сад. Республика Крым, г. Ялта.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский НИИ лесной генетики, селекции и биотехнологии», г. Воронеж.

Список литературы

1. Деревья и кустарники СССР. Под редакцией Соколова С.Я. Изд. АН СССР, М.-Л. 1951. - 610 с.
2. Жадан В.М. Грецкий орех. Итоги исследований и перспективы выращивания. Молдавия. https//orehovod.com/articles/318-grecki-oreh-itogi-issledovanii-i-perspektivy-vyraschivanija.html
3. Жерновой А.С. Грецкий орех и опыт его разведения в Ростовской области / г.Ростов-на-Дону.1968. - 39 с.
4. Жерновой А.С. Интродукция и акклиматизация хозяйственных форм и сортов грецкого ореха в Ростовской области. – Ростов-на-Дону. 1966. – 58 с.
5. Журов В.Д. О классификации ландшафтных экспозиций // Сб. статей II Международной конференции Ландшафтная архитектура в ботанических садах и дендропарках. М., 2010. - С. 17-24.
6. Луговской А.П. Развитие научной школы селекции и сортоизучения орехоплодных культур СКЗНИИСиВ на Северном Кавказе. https//www.kubansad.ru/content/nauchnaya-shkola-po-selekcii-orehoplodnyh-kultur/
7. Мальцева А.Н. Продолжительность жизни орехоплодных растений в культуре на Нижнем Дону// Бюллетень Главного ботанического сада. - М.: Наука. 2006. - Вып.191 - С.17-24

8. Мальцева А.Н. Первичное интродукционное испытание зарубежных сортов грецкого ореха в Приазовье//Информационный бюллетень Совета ботанических садов России, Белоруссии и Казахстана. М.2018 Вып. № 10(33) С.66-69
9. Малышева З.Г. Эколого-биологическое обоснование технологии подготовки семян орехоплодных к посеву. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук. Новочеркасск. 1998 г.
10. Описание сортов грецкого ореха, выведенных на Кубани. https//www.kubansad.ru/content/dachnuj/
11. Описание сортов грецких орехов фирмой в Нидерландах. www. desmallekamp.nl Плодопитомник
12. Помогайбин А.В. Эколого-биологический анализ результатов интродукционных испытаний видов рода орех (Juglans L.) в лесостепи Среднего Поволжья. Автореферат дисс. 03.00.16. на звание кандидата биологических наук. Самара. 2008 г.
13. Славский В. А. Интродукция и селекция ореха грецкого в Воронежской области. Автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук. 06.03.01. Воронеж. 2006 г.
14. Таран С.С. Выращивание культур ореха чёрного на Нижнем Дону Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук. 2002 г.
15. Трушева Н.А. Оценка и перспективы использования коллекционного генофонда ореха грецкого на Северо-западном Кавказе. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук. Майкопский государственный технологический университет, 2007 г

НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫЕ ЧУЖЕРОДНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ-ВРЕДИТЕЛИ В КОЛЛЕКЦИЯХ РАСТЕНИЙ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Мартынов В.В., Губин А.И., Никулина Т.В.
Государственное учреждение «Донецкий ботанический сад», г. Донецк,
Донецкая Народная Республика
martynov.scarab@yandex.ua, helmintolog@mail.ru, nikulinatanya@mail.ru

THE MOST DANGEROUS ALIEN INVERTEBRATE PESTS IN PLANT COLLECTIONS OF DONETSK BOTANICAL GARDEN

Martynov V.V., Gubin A.I., Nikulina T.V.
Public Institution «Donetsk Botanical Garden», Donetsk, Donetsk People's Republic
martynov.scarab@yandex.ua, helmintolog@mail.ru, nikulinatanya@mail.ru

Аннотация. К группе наиболее опасных чужеродных вредителей растений в коллекциях Донецкого ботанического сада относятся 60 видов беспозвоночных: 3 вида круглых червей (Nematoda), 10 видов клещей (Arachnida: Acari), 30 видов насекомых (Insecta), 1 вид брюхоногих моллюсков (Gastropoda). Растения открытого грунта повреждают 38 видов, закрытого – 22. Поддержание коллекций требует регулярного проведения комплекса защитных мероприятий. С целью снижения вероятности случайного заноса новых опасных вредителей вся растительная продукция должна рассматриваться как объект повышенной фитосанитарной опасности и проходить карантин.

Ключевые слова: Донецкий ботанический сад, вредители, чужеродные виды, беспозвоночные, Nematoda, Acari, Insecta, Gastropoda

Abstract. Group of the most dangerous alien plant pests in the collections of the Donetsk Botanical Garden includes 60 species of invertebrates: 3 species of roundworms (Nematoda), 10 species of mites (Arachnida: Acari), 30 species of insects (Insecta), 1 species of gastropods (Gastropoda). 38 species damaged plants of the open ground, those of the protected ground are infected by 22 species. Maintenance of collections requires regular implementation of a set of protective measures. In order to reduce the possibility of accidental introduction of new dangerous pests, all plant products should be objected to increased phytosanitary control and quarantine.

Keywords: Donetsk Botanical Garden, pests, alien species, invertebrates, Nematoda, Acari, Insecta, Gastropoda

Изучение беспозвоночных-фитофагов в ботанических садах играет важную роль не только в сохранении коллекций растений, но и при анализе процессов биологических инвазий. Специфика функционирования ботанических садов как территорий с богатым видовым разнообразием интродуцированных растений обуславливает аккумуляцию максимально возможного количества связанных с ними видов фитофагов. Именно ботанические сады, выполняя функции интродукционных центров, часто инициируют введение в культуру и распространение в регионах новых видов растений, что в свою очередь, приводит к непреднамеренному заносу, акклиматизации и распространению трофически связанных с ними беспозвоночных-фитофагов. Постоянный приток нового растительного материала многократно увеличивает вероятность проникновения новых видов фитофагов, распространяющихся пассивным путем. Иными словами, ботанические сады являются акклиматизационными полигонами, с которых впоследствии начинается региональная экспансия чужеродных вредителей.

Одним из способов решения данной проблемы является постоянный мониторинг видового состава беспозвоночных-фитофагов в коллекциях ботанических садов с целью как можно более ранней регистрации новых инвазивных видов, и при невозможности полной ликвидации очагов заражения, изучения трофических и экологических особенностей инвайдеров, оценки степени вредоносности, составления прогнозов распространения и разработки схем контроля численности. При этом в отличие от сельскохозяйственных, коммерческих и муниципальных интродукционных центров, деятельность которых также способствует ускорению инвазионных процессов, ботанические сады являются научными учреждениями, способными к практической реализации вышеупомянутых задач.

В Донецком ботаническом саду (далее – ДБС) изучение видового состава беспозвоночных-вредителей в растительных коллекциях является одним из основных направлений работы ученых-зоологов уже почти 50 лет (Мартынов и др., 2020). За этот период был получен огромный массив данных по видовому составу, биологии и экологии фитофагов, зарегистрированных в коллекциях ДБС. В последние годы в связи с ускорением темпов биологических инвазий особое внимание уделяется изучению чужеродных видов вредителей.

В настоящей работе приводятся сведения о наиболее опасных чужеродных видах беспозвоночных-вредителей, отмеченных в коллекциях растений ДБС. Под понятием «чужеродные» или «инвазивные» мы подразумеваем виды, естественный ареал которых не занимает территорию Донбасса в административных границах Донецкой и Луганской областей. В качестве наиболее опасных вредителей в данной работе мы рассматриваем виды, жизнедеятельность которых регулярно либо периодически приводит к существенному ухудшению состояния живых растений в коллекциях, снижению жизнеспособности, урожайности и декоративности и требует проведения защитных мероприятий. Виды, блокирующие семенное размножение (карпофаги), а также вредители

гербарного материала и сухого растительного и животного сырья в данной работе не рассматриваются. Также мы не рассматриваем здесь виды, вредоносность которых не требует проведения защитных мероприятий.

В настоящее время на территории Донбасса отмечено около 250 видов чужеродных беспозвоночных, из которых около 200 видов относятся к фитофагам. За небольшим исключением, все эти виды зарегистрированы на территории ДБС. К группе наиболее опасных вредителей в коллекциях растений ДБС мы относим 3 вида круглых червей (Nematoda), 10 видов клещей (Arachnida: Acari), 30 видов насекомых (Insecta) и 1 вид брюхоногих моллюсков (Gastropoda).

К наиболее вредоносным инвазивным нематодам в коллекциях ДБС относится 3 вида, обитающих в закрытом грунте. Южная галловая нематода *Meloidogyne incognita* (Kofoid et White, 1919) (Tylenchida: Meloidogynidae) – облигатный седентарный эндопаразит, широкий полифаг, корневой галлообразователь (Сігарьова и др., 2017). Жизнедеятельность вида приводит к деструкции и загниванию корневой системы и особенно опасна для растений с сочными подземными органами. Фикусовая (*Heterodera fici* Kirjanova, 1954) и кактусовая (*Cactodera cacti* (Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941) Krall & Krall, 1978) цистообразующие нематоды (Tylenchida: Heteroderidae) являются седентарными полуэндопаразитами корневой системы (Губин, 2011; Gubin, 2017). Первый вид – монофаг рода *Ficus* L., второй приурочен к видам семейства Cactaceae. Питание цистообразующих гельминтов также приводит к деструкции корневой системы и (в случае кактусовой нематодой) может быть причиной гибели растений. В основу противонематодной защиты растений в ДБС положены карантинно-профилактические и агротехнические мероприятия, в большинстве случаев позволяющие сдерживать численность гельминтов на приемлемом уровне. Химические меры контроля не применяются.

К числу наиболее вредоносных растительноядных клещей относится 10 видов из отряда Prostigmata. В условиях закрытого грунта ДБС постоянными опасными вредителями являются цитрусовый паутинный (*Panonychus citri* (McGregor, 1916)) (Tetranychidae) и оранжерейный прозрачный (*Polyphagotarsonemus latus* (Banks, 1904)) (Tarsonematidae) клещи, а также оранжерейная плоскотелка *Brevipalpus obovatus* Donnadieu, 1875 (Tenuipalpidae) (Попов, Коваленко, 2002). Данные виды относятся к широким полифагам, формируют колонии на листьях и побегах многих видов растений, приводя к потере окраски и снижению фотосинтетической активности, деформациям, рубцеванию и опробковению тканей и общему угнетению. К числу наиболее восприимчивых растений относятся виды родов *Citrus* L., *Ficus* L., *Cyclamen* L., *Acalypha* L., *Alocasia* Neck., *Brachychiton* Schott et Endl., *Carica* L., *Psidium* L., *Rosa* L. и др. Контроль численности клещей в оранжерейно-тепличном комплексе ДБС осуществляется исключительно агротехническими методами по причине отсутствия в списке разрешенных пестицидов специализированных акарицидов, рекомендованных для использования в закрытом грунте.

В открытом грунте ДБС на елях (*Picea* spp.) и лиственницах (*Larix* spp.) в засушливые годы заметно вредят питающиеся на хвое паутинные клещи (Tetranychidae): еловый (*Oligonychus ununguis* (Jacobi, 1905)) и лиственничный (*O. karamatus* (Ehara 1956)) (Коломоец, 1995; Попов, 2009). Начиная с 2017 г. ежегодно отмечается угнетение тисов (*Taxus* spp.), повреждаемых тисовой плоскотелкой *Pentamerismus taxi* (Haller, 1877) (Tenuipalpidae) (Gubin, 2021). Из четырехногих клещей семейства Eriophyidae наиболее вредоносными являются ореховый войлочный (*Aceria erinea* (Nalepa, 1891)) и ореховый бородавчатый (*A. tristriata* (Nalepa, 1890)) клещи, формирующие галлы на листьях грецкого ореха (*Juglans regia* L.) (Коломоец, 1995; Губин, 2017); грушевый галловый клещ *Eriophyes pyri* (Pagenstecher, 1857), деформирующий листья груши (*Pyrus* spp.) и рябины (*Sorbus* spp.)

(Коломоец, 1995); виноградный войлочковый клещ (*Colomerus vitis* (Pagenstecher, 1857), галлообразователь на листьях винограда (*Vitis vinifera* L.) (Мартынов и др., 2021а). Наиболее эффективным способом контроля численности данных видов в условиях ДБС является применение акарицидов.

Из представителей класса Insecta большая часть опасных инвазивных видов относится к насекомым с неполным превращением – это тли, хермесы и филлоксеры, белокрылки, листоблошки, щитовки и ложнощитовки, мучнистые червецы, цикадовые, трипсы.

Наиболее богатой по количеству инвазивных видов в Донбассе группой насекомых являются тли семейства Aphidiidae. Многие из них относятся к первостепенным вредителям в закрытом и открытом грунте. В условиях теплично-оранжерейного комплекса регулярно отмечаются вспышки численности бахчевой (*Aphis gossypii* Glover, 1877) и зеленой персиковой (*Myzus persicae* Sulzer, 1776) тлей. Также периодически могут ощутимо вредить большая картофельная (*Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878)) и пятнистая оранжерейная (*Neomyzus circumflexus* Buckton, 1876) тли. Все эти виды являются широкими полифагами, формируют колонии на молодых листьях, побегах, бутонах и цветках, приводя к угнетению растений, деформациям и отмиранию органов. В наибольшей степени тли повреждают виды родов *Abutilon* Mill., *Alocasia*, *Anthurium* Schott, *Canna* L., *Citrus*, *Hedera* L., *Hibiscus* L., *Nerium* L., *Piper* L., *Rosa*, *Ruscus* Tourn. ex L. и др., а также сеянцы однолетних цветочных культур (Попов, Коваленко, 2002; Попов, 2010). Для подавления очагов тлей в закрытом грунте регулярно проводятся обработки инсектицидами.

В открытом грунте большинство наиболее вредоносных инвазивных тлей относится к монофагам или олигофагам: на елях – цинары длинноволосая (*Cinara pilicornis* (Hartig, 1841)) и Богданова (*C. pruinosa* (Hartig, 1841)), на можжевельниках (*Juniperus* spp.) – цинара кипарисовая *C. cupressi* (Buckton, 1881), на пихтах (*Abies* spp.) – пихтовая игловая тля *Mindarus abietinus* Koch, 1857, на орехе грецком (*J. regia*) – верхняя (*Panaphis juglandis* (Goeze, 1778)) и нижняя (*Chromaphis juglandicola* (Kaltenbach, 1843)) ореховые тли, на ясене пенсильванском (*Fraxinus pennsylvanica* Marshall) – американская ясеневая тля *Prociphilus fraxinifolii* (Riley, 1879), на барбарисах (*Berberis* spp.) – барбарисовая тля *Liosomaphis berberidis* (Kaltenbach, 1843), на жимолостях (*Lonicera* spp.) – верхушечная жимолостная тля *Hyadaphis tataricae* (Aizenberg, 1935) (Коломоец, 1995; Мартынов, Никулина, 2016б; Мартынов и др., 2019а; Мартынов и др., 2021б). Из видов-полифагов к категории наиболее опасных можно отнести большую персиковую тлю *Pterochloroides persicae* (Cholodkovsky, 1899), формирующую плотные колонии на ветвях и стволах древесно-кустарниковых розовых (Rosaceae), а также хризантемную тлю *Macrosiphoniella sanborni* (Gillette, 1908), сильно вредящую на хризантемах (*Chrysanthemum* spp.) и других декоративных астровых (Asteraceae) в открытом и закрытом грунте. Для подавления очагов вредителей периодически проводятся химические обработки в коллекциях хвойных и плодово-ягодных деревьев и кустарников, жимолостей, декоративных астровых.

Из семейства хермесов (Adelgidae) под постоянным наблюдением на территории ДБС находится популяция зеленого лиственничного хермеса *Adelges viridanus* (Cholodkovsky, 1896), ежегодно вредящего на лиственницах с 1983 г. (Коломоец, 1995). На винограде регулярно регистрируется листовая и корневая формы виноградной филлоксеры *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1855) (Phylloxeridae), опаснейшего вредителя, проникшего в регион более 100 лет назад (Мартынов и др., 2021а).

Из семейства белокрылок (Aleyrodidae) в ДБС в качестве вредителя наибольшее значение имеет оранжерейная белокрылка *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood, 1856) – полифаг, сильно вредящий в закрытом грунте. Вид формируют хронические очаги на

листьях растений родов *Alstroemeria* L., *Brugmansia* Pers., *Cissus* L., *Duranta* L., *Fuchsia* L., *Gerbera* L., *Hibiscus*, *Lantana* L., *Nicodemia* Ten., *Pelargonium* L'Hér., *Punica* L., *Salvia* L., *Senecio* L. и др. (Попов, 2010). Химические средства борьбы с белокрылкой малоэффективны, в настоящее время численность контролируется физико-механическими способами, в частности, хорошие результаты дает использование липких ловушек желтого цвета.

Наиболее вредоносный инвазивный представитель семейства листоблошек (Psyllidae) – самшитовая листоблошка *Psylla buxi* (Linnaeus, 1758), массово заселяющая самшит вечнозеленый (*Buxus sempervirens* L.) в коллекциях ДБС с 2004 г. (Попов, 2009). Насекомые питаются на молодых листьях и побегах, приводя к их деформации, загрязнению сахаристыми выделениями и отмиранию, тем самым резко снижая декоративность растений. В настоящее время численность вида регулируется химическим способом.

К опасным чужеродным видам щитовок (Diaspididae) в закрытом грунте ДБС относятся олеандровая (*Aspidiotus nerii* Bouché, 1833) и коричневая (*Chrysomphalus dictyopsermi* (Morgan, 1889)) (Попов, 2009; Мартынов и др., 2019а). Оба вида являются полифагами, при этом в условиях ДБС в наибольшей степени повреждаются виды родов *Citrus*, *Ficus*, *Nerium*. В открытом грунте локальные очаги на можжевельниках и других кипарисовых периодически формируют можжевеловые щитовки *Carulaspis juniperi* (Bouché, 1851) и *Lepidosaphes juniperi* Lindinger, 1912. Для подавления численности данных вредителей регулярно применяются инсектициды.

Из семейства ложнощитовок (Coccidae) к наиболее вредоносным инвазивным видам в закрытом грунте относятся мягкая (*Coccus hesperidum* Linnaeus, 1758), кофейная (*Saissetia coffeae* (Walker, 1852)) и маслинная (*S. oleae* (Olivier, 1791)). Все три вида являются широкими полифагами и при отсутствии постоянной пестицидной нагрузки формируют плотные колонии на надземных органах тропических и субтропических растений (Попов, Коваленко, 2002; Попов, 2010). В открытом грунте к группе наиболее важных вредителей относится, прежде всего, большая еловая ложнощитовка *Physokermes piceae* (Schrank, 1801), массово заселяющая побеги и хвою и приводящая к заметному угнетению елей по всей территории Донбасса (Левченко, Мартынов, 2021). Наиболее действенной стратегией подавления численности вида является опрыскивание пестицидами, однако химическая обработка крупных деревьев в условиях ДБС технологически невозможна. К менее массовым, но способным формировать плотные локальные популяции на можжевельниках, туях и тисах, относятся туевая (*Parthenolecanium fletcheri* (Cockerell, 1893)) и тисовая (*P. pomeranicum* (Kawecki, 1954)) ложнощитовки. Численность данных видов успешно контролируется химическим способом.

Чужеродные представители семейства мучнистых червецов (Pseudococcidae) относятся к одним из наиболее опасных фитофагов в закрытом грунте ДБС. Цитрусовый мучнистый червец *Planococcus citri* (Risso, 1813), являясь широким полифагом, массово заселяет надземные органы тропических и субтропических растений, формируя плотные колонии и приводя к угнетению развития и загрязнению войлоком и сахаристыми выделениями (Попов, Коваленко, 2002). Кактусовый (*Rhizoecus cacticans* (Hambleton, 1946)) и гвоздичный (*Rh. dianthi* Green, 1926) корневые червецы локализуются на корнях кактусов, суккулентов и ряда других растений, приводя к отмиранию корневой системы вплоть до полной гибели (Попов, Коваленко, 2002). Численность червецов постоянно контролируется физико-механическим и химическим способами.

К наиболее вредоносным чужеродным цикадовым (Auchenorrhyncha) в коллекциях ДБС относятся 3 вида, обитающие в открытом грунте. Японская виноградная цикадка *Arboridia kakogawana* (Matsumura, 1932) (Cicadellidae), впервые зарегистрированная в

регионе в 2018 г. (Мартынов и др., 2019б), ежегодно повреждает листья винограда по всей территории Донбасса. Белая цикадка *Metcalfa pruinosa* (Say, 1830) (Flatidae), широкий полифаг на надземных органах древесных и травянистых растений, также впервые обнаруженная в 2018 г., до настоящего времени отмечена только на территории ДБС (Мартынов, Никулина, 2018). Первоначально локализация вида была ограничена заросшим древесно-кустарниковой растительностью берегом водоема, в 2021 г. было зафиксировано заселение растений на экспозиционных участках. Горбатка-буйвол *Stictocephala bisonia* Kopp et Yonke, 1977) (Membracidae) – также широкий полифаг на надземных органах древесных и травянистых растений, проникший в Донбасс в конце 1980-х гг. (Коломоец, 1995). В настоящее время вид широко распространен по всему региону, в отдельные годы может наносить локальный вред в садах и виноградниках. Для контроля численности вредителей-цикадовых на территории ДБС применяются инсектициды.

Наиболее опасные чужеродные вредители из отряда трипсов (Thysanoptera) представлены двумя видами семейства Thripidae: *Frankliniella occidentalis* (Pergande, 1895) и *Heliothrips haemorrhoidalis* (Bouche, 1833) (Попов, Коваленко, 2002; Поушкова, Левченко, 2019). Оба вида являются полифагами, вредят в закрытом грунте, питаясь клеточным содержимым эпидермиса листьев и цветков множества растений, приводя к существенным потерям декоративности и жизнеспособности. Контроль численности трипсов осуществляется химическим и физико-механическими способами.

Количество чужеродных видов насекомых с полным превращением, выступающих в роли первостепенных вредителей, относительно невелико. К ним относятся представители отрядов жесткокрылые, чешуекрылые, перепончатокрылые и двукрылые.

Отряд жесткокрылых представлен всего двумя видами. Колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) изредка наносит локальный вред на декоративных пасленовых (Solanaceae). Очаги вредителя в случае необходимости подавляются химическим способом. Можжевельниковый лубоед *Phloeosinus aubei* (Perris 1855) (Curculionidae), ксилофаг, впервые зарегистрированный в коллекциях ДБС в 2010 г. (Никулина, 2012), периодически повреждает ослабленные кипарисовые (Cupressaceae), приводя к отмиранию отдельных ветвей и общему физиологическому угнетению растений. Основной мерой контроля численности вида являются высокая агротехника, физическая выбраковка и утилизация заселенных растений.

К наиболее вредоносным инвазивным чешуекрылым (Lepidoptera) относится три вида. Инжирная моль-листовертка *Choreutis nemorana* (Hübner, 1799) (Choreutidae) – единственный в списке вид, постоянные популяции которого в регионе отсутствуют. Вредитель регистрируется в закрытом грунте ДБС по периодическим заносам, при этом, попадая в теплично-оранжерейный комплекс, быстро наращивает численность и наносит ощутимый ущерб на инжирах (*Ficus carica* L.). В случаях выявления вида в закрытом грунте ДБС очаги уничтожаются путем применения пестицидов. Каштановая минирующая моль *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986 (Gracillariidae) впервые отмечена в Донбассе в 2006 г., в насаждениях ДБС присутствует с 2008 г. (Попов, 2008). Вид повреждает конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.), минируя листья, что приводит к их усыханию и отмиранию вплоть до полной преждевременной дефолиации во второй половине вегетационного сезона. Несмотря на многолетние исследования, разработка эффективных методов борьбы с вредителем в коллекциях ДБС не дала положительных результатов. Американская белая бабочка *Hyphantria cunea* (Drury, 1773) (Erebidae) – широкий полифаг, вредящий в ДБС с середины 1980-х гг. В настоящее время вид периодически формирует локальные очаги на листьях и ветвях древесно-кустарниковых растений. Контроль осуществляется химическим методом.

Из чужеродных видов отряда перепончатокрылые (Hymenoptera) наибольшую угрозу для растений ДБС представляют два вида. Ильмовый пилильщик-зигзаг *Aproceros leucopoda* Takeuchi, 1939) (Argidae), филлофаг, впервые зарегистрированный в Донецкой области в 2014 г., массово повреждает вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.) (Мартынов, Никулина, 2016а). Применение химических методов защиты повреждаемых растений в условиях ДБС технически невозможно. Талышский пионовый пилильщик *Paratenthredo talyshensis* (Zhelokhovtsev, 1988) (Tenthredinidae) ежегодно регистрируется как опасный вредитель пионов (*Paeonia* spp.) с 2002 г. (Попов, Заброда, 2008). Личинки пилильщика объедают листья затененных пионов, существенно снижая их декоративность и жизнеспособность. Для подавления численности вредителя ежегодно проводятся обработки пестицидами.

К наиболее опасным инвазивным представителям отряда двукрылых (Diptera) относятся гледичиевая листовая (*Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken, 1866)) и самшитовая (*Monarthropalpus flavus* (Schrank, 1996)) галлицы (Cecidomyiidae). Гледичиевая листовая галлица впервые отмечена в Донбассе в 2014 г. (Martynov, Nikulina, 2015) и в настоящее время встречается повсеместно. В коллекциях гледичий (Gleditsia spp.) дендрария ДБС вид обычен, массовое галлообразование на молодых листьях приводит к ранней дефолиации, но растения восстанавливают листву во второй половине вегетационного периода. Защитные мероприятия не проводятся, поскольку химическая обработка крупных деревьев в условиях ДБС технологически невозможна. Самшитовая галлица отмечена в городских насаждениях Донецка и коллекциях ДБС в 2012 г. (Попов, Губин, 2012). Массово поражает живые изгороди и топиары из самшита вечнозеленого (*B. sempervirens*), существенно ослабляя растения и снижая их декоративность. В качестве защитных проводятся регулярные физико-механические мероприятия (обрезка пораженных побегов, уборка опавшей листвы) и опрыскивание инсектицидами.

Из числа чужеродных моллюсков (Mollusca) в закрытом грунте ДБС зарегистрирован единственный вид – мусорная улитка *Eobania vermiculata* (O. F. Müller, 1774) (Stylommatophora: Helicidae), непреднамеренно занесенная с посадочным материалом (вероятно, из Крыма) в конце XX в. Периодически наносит ущерб отдельным растениям в оранжерейном комплексе. В качестве защитных мероприятий регулярно проводится ручной сбор моллюсков.

Таким образом, к настоящему времени в коллекциях ДБС существенный ущерб наносят 60 видов чужеродных беспозвоночных-фитофагов, из которых 38 видов поражают растения открытого грунта, 22 – закрытого.

Список литературы

1. Губин А.И. Галловые клещи рода Aceria Keifer, 1944 (Acari: Eriophyidae) – вредители грецкого ореха в Донбассе // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития. Материалы VII Международной научной конференции (Донецк, 17–19 мая 2017 г.). Ростов-на-Дону: Альтаир, 2017. С. 144–145.
2. Губин А.И. Цистообразующие нематоды – потенциально опасные вредители интродуцированных растений закрытого грунта Донецкого ботанического сада НАН Украины // Відновлення порушених природних екосистем. Матеріали IV Міжнародної наукової конференції (Донецьк, 18–21 жовтня 2011 р.). Донецьк, 2011. С. 115–116.
3. Коломоец Т.П. Вредители зеленых насаждений промышленного Донбасса. К.: Наукова думка, 1995. 214 с.
4. Левченко И.С., Мартынов В.В. Особенности биологии большой еловой ложнощитовки Physokermes piceae (Schrank, 1801) (Hemiptera: Coccidae) в степной

зоне Украины // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 236. С. 25–48.
5. Мартынов В.В., Бондаренко-Борисова И.В., Никулина Т.В., Губин А.И. Становление и развитие научного направления «Защита растений» в Донецком ботаническом саду // Промышленная ботаника. 2020. Вып. 20, № 3. С. 60–75.
6. Мартынов В.В., Никулина Т.В. Prociphilus (Meliarhizophagus) fraxinifolii (Riley, 1979) (Hemiptera: Aphididae: Eriosomatinae) – новый инвазивный североамериканский вид тлей на территории Донбасса // Актуальні проблеми та перспективи інтегрованого захисту рослин. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів, присвяченої 70-річчю від дня заснування Інституту захисту рослин НААН України (Київ, 7–9 листопада 2016 р.). Київ, 2016б. С. 53–55.
7. Мартынов В.В., Никулина Т.В. Новые инвазивные насекомые-фитофаги в лесах и искусственных лесонасаждениях Донбасса // Кавказский энтомологический бюллетень. 2016а. Т. 12, Вып. 1. С. 41–51.
8. Мартынов В.В., Никулина Т.В. Первая находка инвазивного вида Metcalfa pruinosa (Say, 1830) (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Flatidae) в фауне Донбасса // Промышленная ботаника. 2018. Вып. 18, № 4. С. 54–62.
9. Мартынов В.В., Никулина Т.В., Губин А.И., Бондаренко-Борисова И.В. Вредители и болезни винограда в Донбассе. Справочное пособие / Под ред. Приходько С.А.; Гудимовой О.А. 2-е изд., испр. и доп. Донецк, 2021а. 115 с.
10. Мартынов В.В., Никулина Т.В., Губин А.И., Левченко И.С. Новые и интересные находки насекомых-фитофагов в зеленых насаждениях Донбасса. Сообщение I // Промышленная ботаника. 2019а. Вып. 19, № 1. С. 9–16.
11. Мартынов В.В., Никулина Т.В., Губин А.И., Левченко И.С. Arboridia kakogawana (Matsumura, 1932) (Hemiptera: Cicadellidae: Typhlocybinae) – новый инвазивный вредитель винограда на территории Донбасса // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019б. Вып. 68. С. 208–215.
12. Мартынов В.В., Никулина Т.В., Губин А.И., Левченко И.С. Новые и интересные находки членистоногих-фитофагов в зеленых насаждениях Донбасса. Сообщение VII // Промышленная ботаника. 2021б. Вып. 21, № 2. С. 10–23.
13. Никулина Т. Особенности биологии Phloeosinus aubei (Perris, 1855), нового инвазивного вида короедов на юго-востоке Украины // Динаміка біорізноманіття 2012. Збірник наукових праць. Луганськ: ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2012. С. 104–107.
14. Попов Г.В. О находках каштановой минирующей моли Cameraria ohridella (Lepidoptera, Gracillariidae) в Донецкой области // Вестник зоологии. 2008. Т. 42, № 5. С. 472.
15. Попов Г.В. Основные вредители декоративных насаждений Донецкой области (2000–2009 гг.) и борьба с ними // Промышленная ботаника. 2009. Вып. 9. С. 213–219.
16. Попов Г.В. О консортивных связях между растениями и их вредителями в защищённом грунте // Промышленная ботаника. 2010. Вып. 10. С. 204–212.
17. Попов Г.В., Губин А.И. Новые данные по фауне, биологии и распространению фитофагов декоративных растений Донецкой области // Промышленная ботаника. 2012. Вып. 12. С. 126–134.
18. Попов Г.В., Заброда В.В. Первая находка пилильщика Paratenthredo talyshensisis (Hymenoptera, Tenthredinidae) в Европе // Вестник зоологии. 2008. Т. 42, № 6. С. 554.
19. Попов Г.В., Коваленко В.М. Вредители интродуцированных растений защищённого грунта в Донецком ботаническом саду НАН Украины // Промышленная ботаника. 2002. Вып. 2. С. 241–245.

20. Поушкова С.В., Левченко И.С. Материалы к фауне трипсов (Insecta: Thysanoptera) Донецкого ботанического сада // Изучение и сохранение биоразнообразия в ботанических садах и других интродукционных центрах. Материалы научной конференции с международным участием, посвященной 55-летию Донецкого ботанического сада (Донецк, 8–10 октября 2019 г.). Донецк, 2019. С. 340–343.
21. Сігарьова Д.Д., Борзих О.І., Губін О.І., Карплюк В.Г., Ковтун А.М. Паразитичні нематоди квітково-декоративних рослин. Київ: Інтерсервіс, 2017. 300 с.
22. Gubin A.I. First records of three invasive Pentamerismus (Acari: Tenuipalpidae) species on conifers in Donbass // Invasion of Alien Species in Holarctic. Borok-VI: sixth International Symposium. Book of abstracts. Kazan: Buk, 2021. P. 85.
23. Gubin A.I. New records of the fig cyst eelworm Heterodera fici Kirjanova (Nematoda: Heteroderidae) in botanical gardens of Ukraine // Nematodes and other Ecdysozoa under the growing ecological footprint on ecosystems. Abstracts of the 12th International Symposium of the Russian Society of Nematologists (Nizhny Novgorod, July 31 – August 6, 2017). Nizhniy Novgorod, Lobachevsky State University, 2017. P. 34.
24. Martynov V.V., Nikulina T.V. Dasineura gleditchiae – an invasive species of gall midges (Diptera, Cecidomyiidae) in the fauna of Ukraine // Vestnik zoologii. 2015. Vol. 9, № 3. P. 286.

РОЛЬ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ВЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА В СОХРАНЕНИИ РЕДКИХ И УЯЗВИМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Пересторонина О. Н., Шабалкина С. В.
Вятский государственный университет, г. Киров, Россия
olgaperest@mail.ru; Nasturtium2017@yandex.ru

THE ROLE OF THE BOTANICAL GARDEN OF VYATKA STATE UNIVERSITY IN THE CONSERVATION OF RARE AND VULNERABLE PLANT SPECIES OF THE KIROV REGION

Perestoronina O. N., Shabalkina S. V.
Vyatka State University, Kirov, Russia
olgaperest@mail.ru; Nasturtium2017@yandex.ru

Аннотация. В статье приводятся данные по истории создания ботанического сада Вятского государственного университета (г. Киров), о культивировании редких и уязвимых видов растений в нём. Приведены результаты анализа таксономической структуры культивируемых редких видов, их статуса охраны, экологической приуроченности, естественных мест охраны в пределах региона. Данные, полученные при анализе коллекции редких видов, лежат в основе системной работы по формированию и поддержанию редких и нуждающихся в охране видов растений Кировской области.

Ключевые слова: ботанический сад, редкий вид, уязвимый вид, таксон, экологическая группа, Красная книга.

Abstract. The article provides data on the history of the creation of the botanical garden of Vyatka State University (Kirov city), on the cultivation of rare and vulnerable plant species in it. The results of the analysis of the taxonomic structure of cultivated rare species, their conservation status, ecological confinement, natural places of protection within the region are presented. The data obtained as a result of the analysis of the collection of rare species are the basis of systematic

work on the formation and maintenance of rare and in need of protection species of the Kirov region.

Keywords: botanical garden, rare species, vulnerable species, taxon, ecological group, Red Book.

Ботанический сад Вятского государственного университета (ВятГУ) – один из старейших садов на северо-востоке Европейской России. В 2022 году ему исполняется 110 лет с момента закладки. В начале сад был частным владением, создан местным любителем природы Истоминым Алексеем Андреевичем (1872–1920). Получив наследство и выйдя в отставку, бывший полковник купил участок земли в овраге Засора, на котором был разбит зеленый, красивый уголок старой Вятки. После Октябрьской революции, в начале 1923 года, ботанический сад передается Вятскому педагогическому институту – ныне ВятГУ (Ботанический сад…, 1990). В настоящее время площадь сада составляет 17 227 кв. м, расширению препятствует его положение в центре города. В тоже время, благодаря разнообразию рельефа (высота его колеблется от 133 до 155 м над уровнем моря), территория сада удобна для экспозиции растений различных экологических групп и создания интересных ландшафтных группировок.

Важной задачей ботанического сада является сохранение и восстановление популяций редких и охраняемых видов растений, сохранение их генофонда. Необходимость поддержания таких видов растений *ex situ* – в коллекциях ботанических садов – позволяет застраховать вид от полного исчезновения и даёт материал для реинтродукции.

В Красную книгу Кировской области (2014) включено 98 видов высших сосудистых растений; 59 видов внесено в Приложение 2 к ней, как таксоны, нуждающиеся в постоянном контроле и наблюдении. На территории ботанического сада ВятГУ сохраняется генофонд 45 видов, что составляет 28,7 % от общего числа редких и уязвимых видов высших сосудистых растений региона. Значимое пополнение этой коллекции произошло с 2005 по 2009 годы (Зимирева и др., 2009).

В ботаническом саду произрастает 31 вид редких растений отдела Magnoliophyta из 18 семейств, что составляет 31,6 % от общего числа краснокнижных видов Вятского края. Из них 25 видов относятся к классу Magnoliopsida (80,6 %) и 6 видов – к классу Liliopsida (19,4 %) Наиболее богато представлены семейства Asteraceae и Ranunculaceae (по 4 вида), на третьем месте – семейство Rosaceae (3 вида). Пять семейств содержат по 2 вида: Lamiaceae, Apiaceae, Primulaceae, Orchidaceae, Poaceae. Десять семейств – по одному виду: Caryophyllaceae, Paeoniaceae, Brassicaceae, Fabaceae, Campanulaceae, Geraniaceae, Gentianaceae, Scrophulariaceae, Liliaceae, Cyperaceae.

Три редких вида имеют статус первой категории охраны: *Adonis vernalis* L., *Delphinium cuneatum* Stev. ex DC., *Helichrysum arenarium* (L.) Moench. Шесть – второй категории: *Dianthus arenarius* L., *Paeonia anomala* L., *Schivereckia podolica* (Bess.) Andrz. ex DC., *Cortusa matthioli* L., *Lilium martagon* L., *Stipa pennata* L. Двадцать два вида с третьей категорией охраны: *Anemone sylvestris* L., *Thalictrum aquilegifolium* L., *Trifolium lupinaster* L., *Geranium sanguineum* L., *Gentiana pneumonanthe* L., *Primula macrocalyx* Bunge, *Cerasus fruticosa* Pall., *Potentilla humifusa* Willd. ex Schlecht., *Filipendula vulgaris* Moench, *Digitalis grandiflora* Mill., *Campanula bononiensis* L., *Laser trilobum* (L.) Borkh., *Eryngium planum* L., *Galeobdolon luteum* Huds., *Nepeta pannonica* L., *Centaurea sumensis* Kalen., *Pyrethrum corymbosum* (L.) Scop., *Eupatorium cannabinum* L., *Cypripedium calceolus* L., *Dactylorhiza maculata* (L.) Soo, *Carex flava* L., *Koeleria glauca* (Spreng.) DC. s. l.

Большинство видов (7) относятся к мезофитам, ксеромезофитам (6 видов), мезоксерофитам (5 видов). Рельеф сада позволяет выращивать виды сухих (ксерофиты,

псаммоксерофиты, псаммоксеромезофиты по 2–3 вида) и влажных (гигрофиты, мезогигрофиты, гигромезофиты по 1–3 вида) мест обитания.

Отдельные виды охраняются в государственном природном заповеднике «Нургуш» (*T. aquilegifolium, C. calceolus, D. maculata*), в государственных природных заказниках «Былина» (*C. calceolus, D. maculata*), «Пижемский» (*C. calceolus, A. sylvestris* и др.) и многие на территории памятников природы.

Не охраняются ни на одной особо охраняемой природной территории региона, кроме ботанического сада ВятГУ, семь редких видов: *A. vernalis, P. anomala, T. lupinaster, P. macrocalyx, D. grandiflora, G. luteum, C. flava*.

В коллекции сада выращиваются 14 видов из Приложения 2 Красной книги Кировской области (23,7 % от общего числа видов Приложения 2) – списка редких и уязвимых видов, нуждающихся на территории области в постоянном контроле и наблюдении. Это такие виды как *Delphinium elatum* L., *Anemonodies nemorosa* (L.) Holub, *Eremogone saxatilis* (L.) Ikonn., *Potentilla erecta* (L.) Raeusch., *Campanula sibirica* L., *C. latifolia* L., *C. trachelium* L., *C. persicifolia* L., *Phlomis tuberose* L., *Betonica officinalis* L., *Salvia verticillata* L., *Convallaria majalis* L., *Iris pseudacorus* L., *Platanthera bifolia* (L.) Rich. Доминируют виды семейства Campanulaceae (4 вида), Lamiaceae (3 вида), Ranunculaceae (2 вида), по одному виду из семейств Caryophyllaceae, Rosaceae, Orchidaceae, Liliaceae, Iridaceae.

В связи со сложностью введения «краснокнижных» видов *ex situ* и с неустойчивостью многих редких видов в культуре, список их в коллекции ботанического сада постоянно меняется. Часть видов (*P. anomala, A. sylvestris* и др.) имеют хорошую жизненность и успешно культивируются. Многие растения коллекции редких и охраняемых видов проходят все фенологические фазы, что свидетельствует о том, что условия ботанического сада благоприятны для их произрастания (Бронникова, Канина, 2019).

В планах научной работы ботанического сада ВятГУ:

а) разработка технологии оценки и переноса видов растений, занесенных в Красные книги Российской Федерации и Кировской области, в безопасные или резервные местообитания;

б) расширение масштабов работ по реинтродукции редких и исчезающих видов растений в природные условия.

Таким образом, в ботаническом саду ВятГУ к настоящему моменту проведена большая работа по сохранению редких видов местной флоры. Кадровый и материальный потенциал, которым располагают кафедра биологии и методики обучения биологии и научно-образовательный центр «Ботанический сад» ВятГУ, позволяют поддерживать имеющиеся коллекции и увеличивать видовой состав культивируемых видов, в том числе редких и охраняемых.

Список литературы

1. Ботанический сад Кировского государственного педагогического института имени В. И. Ленина. Путеводитель. Киров, 1990. 42 с.
2. Бронникова И. В., Канина Л. Г. Итоги инвентаризации редких видов растений в коллекционном фонде ботанического сада ВятГУ // Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем: материалы XVII Всеросс. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Киров, 5 декабря 2019 г.). Кн. 2. Киров, 2019. С. 225–230.

3. Зимирева Е. Н., Тарасова Е. М., Вострикова О. Н., Коллекция редких и исчезающих растений в ботаническом саду Вятского государственного гуманитарного университета // Теоретическая и прикладная экология. 2009. № 3. С. 63–66.
4. Красная книга Кировской области: животные, растения, грибы. Изд. 2-е / под ред. О. Г. Барановой и др. Киров, 2014. 336 с.

ОБЗОР РЕДКИХ И ЛОКАЛЬНЫХ ВИДОВ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (INSECTA: LEPIDOPTERA) БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮФУ

Романчук Р.В.[1,2,3]
[1] Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
[2] Ростовский филиал ФГБУ «ВНИИКР», г. Ростов-на-Дону, Россия
[3] Ростовское отделение Русского энтомологического общества, г. Ростов-на-Дону, Россия
roma.romanchuk.95@bk.ru

OVERVIEW OF RARE AND LOCAL LEPIDOPTERA SPECIES OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY

Romanchuk R.V. [1,2,3]
[1] Academy of Biology and Biotechnology of Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
[2] Rostov Branch of FGBU “VNIIKR”, Rostov-on-Don, Russia
[3] Rostov Branch of Russian Entomological Society, Rostov-on-Don, Russia
roma.romanchuk.95@bk.ru

Аннотация. В статье представлен перечень из 70 редких и локальных видов чешуекрылых, отмеченных на территории Ботанического сада ЮФУ. Среди них формальный статус «очень редкий» имеют 8 видов, «очень редкий, локальный» – 1 вид, «редкий» – 42 вида, «редкий, локальный» – 8 видов, «локальный» – 11 видов. Установлено, что Ботанический сад обладает повышенным уровнем созологической значимости в аспекте резервирования лепидоптерокомплексов. Тип представленных на ООПТ сообществ чешуекрылых классифицируется как «уникальные». В качестве основных созологических функций выделяются объектозащитная, рекреационная, ресурсоохранная, средообразующая, эталонная, рефугиум энтомологический.

Ключевые слова: биоразнообразие, разнообразие чешуекрылых, Lepidoptera, редкие виды, индекс редких видов, виды-маркёры, Ботанический сад, Южный федеральный университет.

Abstract. The paper provides information on 70 rare and local Lepidoptera species recorded on the Southern Federal University's Botanical Garden territory. Among them, 8 species have the formal status of "very rare", 1 species is "very rare, local", 42 species is "rare", 8 species "rare, local" and 11 species is "local". It has been established that the Botanical Garden has an increased level of environmental significance in the aspect of reservation of Lepidoptera complexes. The type of Lepidoptera communities represented in the Specially Protected Natural Area is classified as "unique". The main environmental functions are object-protective, recreational, resource-protective, environment-forming, reference representative of natural communities, entomological refugium.

Keywords: biodiversity, Lepidoptera diversity, Lepidoptera, rare species, rare species index, marker species, Botanical Garden, Southern Federal University.

Ботанический сад Южного федерального университета (Ботсад ЮФУ) – комплексная особо охраняемая природная территория (ООПТ) федерального значения общей площадью 160,5 га, расположенная в степной зоне европейской части России. Фауна насекомых Ботсада на протяжении десятилетий привлекала (и, разумеется, продолжает привлекать) внимание исследователей. Результаты разнонаправленных энтомологических изысканий были отражены в ряде работ, из которых наиболее ранние датируются серединой XX века (Арзанов, Чередников, 2017; Полтавский, 2015, 2016, 2017; Полтавский, Артохин, 2019; Полтавский, Колесник, 2015; Полтавский, Полтавская, 2005; Полтавская, Полтавский, 2007, 2017; Романова, 1949, 1956; Романчук, Иванов, 2019 и др.).

Территория Ботсада находится внутри крупного мегаполиса (г. Ростов-на-Дону) и представляет собой «убежище» для многих представителей региональной энтомофауны. Разнообразие экотопов и пестрота флористических сообществ данной ООПТ создают благоприятные условия для обитания множества видов насекомых, среди которых чешуекрылые (Lepidoptera) насчитывают приблизительно 500 видов (Полтавский, 2016).

Цель настоящей работы – обзор редких и локальных видов чешуекрылых Ботанического сада ЮФУ, учитывающий новейшие сведения о лепидоптерофауне ООПТ. Присвоение бабочкам статусов «редкий», «очень редкий», «редкий, локальный», «очень редкий, локальный» и «локальный» базируется на литературных данных, отражающих результаты многолетнего мониторинга насекомых на территории Ботсада и оценки репрезентативности областной сети охраняемых природных территорий в аспекте резервирования региональных лепидоптерокомплексов (Полтавский, 2016; Полтавский, Полтавская, 2005; Полтавская, Полтавский, 2007; Романчук, 2020; Романчук, Иванов, 2019; Романчук, Дмитриев, 2021). Приведённая в работе типизация по обилию носит относительный характер и применима на региональном уровне.

Систематический список чешуекрылых

Надсемейство Papilionoidea

Семейство Papilionidae

Подсемейство Parnassiinae

Zerynthia polyxena ([Denis et Schiffermüller], 1775) – локальный луговой мезофил.

Семейство Pieridae

Подсемейство Coliadinae

Colias croceus (Geoffroy, 1785) – локальный лугово-степной гемиксерофил.

Семейство Nymphalidae

Подсемейство Nymphalinae

Aglais urticae (Linnaeus, 1758) – очень редкий лугово-лесной мезофил.

Подсемейство Apaturinae

Apatura metis (Freyer, 1829) – локальный лесной мезофил.

Подсемейство Satyrinae

Proterebia afra (Fabricius, 1787) – локальный лугово-степной ксерофил.

Семейство Lycaenidae

Подсемейство Theclinae

Favonius quercus (Linnaeus, 1758) – локальный лесной мезофил.

Thecla betulae (Linnaeus, 1758) – редкий, локальный лесной мезофил.

Подсемейство Polyommatinae

Aricia agestis ([Denis & Schiffermüller], 1775) – редкий, локальный лугово-степной мезофил.

Lampides boeticus (Linnaeus, 1767) – очень редкий лугово-лесной мезофил.

Надсемейство Noctuoidea

Семейство Nolidae

Подсемейство Nolinae

Meganola strigula (Denis & Schiffermüller, 1775) – редкий лесной мезофил.

Nola chlamitulalis (Hübner, [1813]) – редкий, локальный степной гемиксерофил.

Подсемейство Chloephorinae

Nycteola columbana (Turner, 1925) – очень редкий лесной мезофил.

Семейство Erebidae

Подсемейство Herminiinae

Macrochilo cribrumalis (Hübner, [1793]) – очень редкий лесной гигрофил.

Herminia tarsicrinalis (Knoch, 1782) – нечастный локальный лесной мезофил.

Подсемейство Hypeninae

Hypena opulenta (Christoph, 1877) – локальный лесной гемиксерофил.

Подсемейство Catocalinae

Arytrura musculus (Menetries, 1859) – редкий, локальный лесной гигрофил.

Catephia alchymista (Denis & Schiffermüller, 1775) – редкий, локальный лесной мезофил.

Catocala fraxini (Linnaeus, 1758) – редкий, локальный лесной мезофил, занесён в областную Красную книгу с категорией статуса редкости «2 – сокращающийся в численности» (Арзанов и др., 2014).

Catocala sponsa (Linnaeus, 1767) – редкий лесной мезофил, занесён в областную Красную книгу с категорией статуса редкости «2 – сокращающийся в численности» (Арзанов и др., 2014).

Catocala promissa (Denis & Schiffermüller, 1775) – редкий лесной мезофил.

Семейство Noctuidae

Подсемейство Eustrotiinae

Protodeltote pygarga (Hufnagel, 1766) – редкий лесной мезофил.

Подсемейство Pantheinae

Colocasia coryli (Linnaeus, 1758) – локальный лесной мезофил.

Подсемейство Acronictinae

Moma alpium (Osbeck, 1778) – локальный лесной мезофил.

Acronicta aceris (Linnaeus, 1758) – локальный лесной гемиксерофил.

Craniophora pontica (Staudinger, 1879) – очень редкий, локальный лесной гемиксерофил.

Simyra albovenosa (Goeze, 1781) – редкий луговой гигрофил.

Подсемейство Amphipyrinae

Phidrimana amurensis (Staudinger, 1892) – очень редкий луговой мезофил.

Подсемейство Cuculliinae

Cucullia lactucae (Denis & Schiffermüller, 1775) – редкий, локальный степной мезофил.

Cucullia lactea (Fabricius, 1787) – очень редкий степной ксерофил.

Oncocnemis exacta (Christoph, 1882) – очень редкий степной гемиксерофил.

Подсемейство Heliothinae

Heliothis peltigera (Denis & Schiffermüller, 1775) – редкий полизональный эврибионт.

Periphanes delphinii (Linnaeus, 1758) – редкий полизональный ксерофил, занесён в областную Красную книгу с категорией статуса редкости «1 – находится под угрозой исчезновения» (Арзанов и др., 2014).

Подсемейство Condicinae

Eucarta amethystina (Hübner, [1803]) – редкий степной ксерофил.

Подсемейство Xyleninae

Spodoptera exigua (Hübner, [1808]) – редкий полизональный эврибионт.

Charanyca trigrammica (Hufnagel, 1766) – редкий луговой мезофил.

Ipimorpha retusa (Linnaeus, 1761) – редкий лесной мезофил.
Cosmia pyralina (Denis & Schiffermüller, 1775) – редкий лесной мезофил.
Dicycla oo (Linnaeus, 1758) – редкий лесной мезофил.
Atethmia ambusta (Denis & Schiffermüller, 1775) – редкий лесной гемиксерофил.
Chloantha hyperici (Denis & Schiffermüller, 1775) – редкий луговой гемиксерофил.
Phlogophora meticulosa (Linnaeus, 1758) – редкий полизональный эврибионт.
Calamia tridens (Hufnagel, 1766) – редкий степной ксерофил.
Helotropha leucostigma (Hübner, [1808]) – редкий луговой гигрофил.
Amphipoea oculea (Linnaeus, 1761) – редкий луговой мезофил.
Apamea oblonga (Haworth, 1809) – редкий луговой мезофил.
Apamea monoglypha (Hufnagel, 1766) – редкий луговой мезофил.
Cirrhia icteritia (Hufnagel, 1766) – редкий лесной мезофил.
Agrochola lota (Clerk, 1759) – редкий, локальный лесной мезофил.
Agrochola laevis (Hübner, [1803]) – редкий лесной мезофил.
Conistra rubiginosa (Scopoli, 1763) – редкий лесной гемиксерофил.
Xylena exsoleta (Linnaeus, 1758) – редкий лесной мезофил.
Подсемейство Hadeninae
Polia nebulosa (Hufnagel, 1766) – редкий лесной мезофил.
Lacanobia splendens (Hübner, [1808]) – редкий степной гемиксерофил.
Melanchra persicariae (Linnaeus, 1761) – редкий луговой мезофил.
Sideridis turbida (Esper, 1790) – редкий степной гемиксерофил.
Sideridis egena (Lederer, 1853) – редкий степной гемиксерофил.
Mythimna impura (Hübner, [1808]) – редкий степной гемиксерофил.
Подсемейство Noctuinae
Ochropleura plecta (Linnaeus, 1761) – редкий лесной мезофил.
Chersotis rectangula (Denis & Schiffermüller, 1775) – редкий луговой мезофил.
Chersotis cuprea (Denis & Schiffermüller, 1775) – очень редкий луговой мезофил.
Noctua janthe (Borkhausen, 1792) – редкий лугово-степной мезофил.
Xestia ditrapezium (Denis & Schiffermüller, 1775) – редкий лесной мезофил.
Eugraphe sigma (Denis & Schiffermüller, 1775) – редкий лесной мезофил.
Eugnorisma depuncta (Linnaeus, 1761) – редкий лугово-степной мезофил.
Надсемейство Pyraloidea
Семейство Crambidae
Подсемейство Spilomelinae
Palpita vitrealis (Rossi, 1794) – редкий лесной мезофил.
Cydalima perspectalis (Walker, 1859) – редкий лесной мезофил.
Надсемейство Bombycoidea
Семейство Saturniidae
Подсемейство Saturniinae
Saturnia pyri (Denis & Schiffermuller, 1775) – редкий, локальный лесной мезофил, занесён в областную Красную книгу с категорией статуса редкости «2 – сокращающийся в численности» (Арзанов и др., 2014).
Семейство Sphingidae
Подсемейство Smerinthinae
Mimas tiliae (Linnaeus, 1758) – локальный лесной мезофил, занесён в областную Красную книгу с категорией статуса редкости «2 – сокращающийся в численности» (Арзанов и др., 2014).
Подсемейство Macroglossinae
Proserpinus proserpina (Pallas, 1772) – редкий луговой мезофил.

Hemaris fuciformis (Linnaeus, 1758) – редкий луговой мезофил.

Таким образом, на сегодняшний день в Ботаническом саду ЮФУ отмечено 70 видов чешуекрылых из 10 семейств (около 14 % от известной лепидоптерофауны ООПТ), обладающих низкой численностью на территории Ростовской области. Среди них формальный статус «очень редкий» имеют 8 видов, «очень редкий, локальный» – 1 вид, «редкий» – 42 вида, «редкий, локальный» – 8 видов, «локальный» – 11 видов. В число «краснокнижных» таксонов входят: *Catocala fraxini, C. sponsa, Periphanes delphinii, Saturnia pyri, Mimas tiliae* (Арзанов и др., 2014).

Отметим, однако, что некоторые виды, несмотря на свою «редкость» или «локальность», являются сельскохозяйственными вредителями (в том числе потенциальными): *Simyra albovenosa, Heliothis peltigera, Spodoptera exigua, Palpita vitrealis, Cydalima perspectalis*.

Результаты предварительной оценки репрезентативности региональной системы ООПТ в аспекте сохранения разнообразия чешуекрылых, осуществлённой на маркерных таксонах из двух модельных надсемейств Papilionoidea и Noctuoidea, указывают на повышенный уровень созологической значимости Ботсада. Индекс редких видов составляет 11,8. Тип представленных сообществ чешуекрылых классифицируется как «уникальные». Основные созологические функции ООПТ: объектозащитная, рекреационная, ресурсоохранная, средообразующая, эталонная, рефугиум энтомологический (Романчук, 2020).

Список литературы

1. Арзанов Ю.Г, Бахтадзе Г.Б., Белик В.П., Булышева Н.И., Динкевич М.А., Забашта А.В., Касаткин Д.Г., Кондаков А.А., Лужняк В.А., Малиновкин А.В., Набоженко М.В., Савицкий Р.М., Стахеев В.В., Страдомский Б.В., Терсков Е.Н., Хачиков Э.А., Попов И.Б., Пришутова З.Г., Шохин И.В. Красная книга Ростовской области. Издание 2-е. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. Т. 1. Животные. 280 с.
2. Арзанов Ю.Г., Чередников С.Ю. Банальная фауна насекомых жесткокрылых (Insecta: Coleoptera) Ботанического сада Южного федерального университета // Труды Ботанического сада Южного федерального университета. Вып. 2. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2017. С. 139–149.
3. Полтавский А.Н. Краткий обзор вредителей и болезней растений ботанического сада ЮФУ // Роль ботанических садов в сохранении и мониторинге биоразнообразия: Международная научная конференция, посвященная 100-летию Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, 27–30 мая 2015 года. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2015. С. 75–78.
4. Полтавский А.Н. Обзор редких видов насекомых региональной фауны, обитающих в Ботаническом саду ЮФУ // Труды Ботанического сада Южного федерального университета. Вып. 1. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. С. 116–132.
5. Полтавский А.Н. Аннотированный каталог насекомых-вредителей интродуцированных растений в Ботаническом саду Южного федерального университета // Труды Ботанического сада Южного федерального университета. Вып. 2. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2017. С. 120–138.
6. Полтавский А.Н., Артохин К.С. К энтомофауне питомника редких видов травянистых растений природной флоры в Ботсаду ЮФУ // Актуальные вопросы экологии и природопользования. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2019. С. 153–157.
7. Полтавский А.Н., Колесник О.А. Листовёртки (Lepidoptera: Tortricidae), вредящие древесным растениям ботанического сада ЮФУ // Роль ботанических садов в

сохранении и мониторинге биоразнообразия: Международная научная конференция, посвященная 100-летию Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, 27–30 мая 2015 года. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2015. С. 80–83.
8. Полтавский А.Н., Полтавская М.П. К фауне стрекоз (Odonata) и булавоусых чешуекрылых (Lepidoptera: Rhopalocera) Ростовско-Темерницкого энтомологического рефугиума // Проблемы энтомологии Северо-Кавказского региона. Материалы 1-й региональной научно-практической конференции. Ставрополь, 2005. С. 11–17.
9. Полтавская М.П., Полтавский А.Н. Мониторинг стрекоз (Odonata) и совок (Lepidoptera, Noctuidae) в Ростовско-Темерницком энтомологическом рефугиуме // Научные исследования в зоологических парках. № 21. Новосибирск, 2007. С. 223–228.
10. Полтавская М.П., Полтавский А.Н. Сезонная динамика и биотопическая приуроченность стрекоз Ботсада ЮФУ // Современные технологии в изучении биоразнообразия и интродукции растений: Сборник материалов Международной научной конференции, посвящённой 90-летию Ботанического сада Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, 17–21 октября 2017 года. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2017. С. 75–78.
11. Романова В.П. Листовёртки и их паразиты на древесных породах в окрестностях г. Ростова-на-Дону // Учёные записки Ростовского государственного университета, 1949. Т. 15. Вып. 6. С. 47–61.
12. Романова В.П. Вредные насекомые ботанического сада // Сборник трудов Ботанического сада РГУ, 1956. Т. 35. Вып. 2. С. 77–87.
13. Романчук Р.В. Опыт оценки репрезентативности региональной системы особо охраняемых природных территорий Ростовской области в аспекте сохранения разнообразия чешуекрылых (Lepidoptera: Papilionoidea, Noctuoidea) // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. Том 6 (72). 2020. № 3. С. 200–224.
14. Романчук Р.В., Дмитриев П.А. Учёт чешуекрылых (Insecta, Lepidoptera) в Ростовской области 2014–2020 гг. – Papilionoidea. Свидетельство № 2021622279 от 15.10.2021 г.
15. Романчук Р.В., Иванов П.С. О находке редкой голубянки – Lampides boeticus L. (Lepidoptera: Lycaenidae) в Ботаническом саду ЮФУ // Актуальные вопросы экологии и природопользования. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2019. С. 175–178.

РОЛЬ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ В СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА НА ПРИМЕРЕ *CUPRESSUS MACROCARPA* (HARTW.)

Солтани Г.А.
ФГБУ «Сочинский национальный парк», г. Сочи, Россия
soltany2004@yandex.ru

THE ROLE OF BOTANICAL GARDENS IN PRESERVING THE BIODIVERSITY OF COASTAL AREAS UNDER CLIMATE CHANGE ON THE EXAMPLE OF *CUPRESSUS MACROCARPA* (HARTW.)

Soltani G.A.
Sochi National Park, Sochi, Russia
soltany2004@yandex.ru

Аннотация. При изменении климата и увеличения антропогенной нагрузки на прибрежные территории особую актуальность обретает вопрос сохранения эндемичных

видов. Потеря местообитания, связанная с повышением уровня мирового океана, – основная проблема сохранения биоразнообразия островов. Изучение результатов интродукции одного из исчезающих видов калифорнийского побережья показало, что интродукционное расширение ареала способствует его сохранению. Начиная с 1838 года *Cupressus macrocarpa* (Hartw.) высаживался в условиях субтропического климата за пределами Северо-Американского континента. Он адаптировался на атлантическом побережье Европы, в Австралии и Новой Зеландии, а также на Черноморском побережье Кавказа. В интродукционном ареале отдельные деревья достигают размеров, превышающих характеристики вида на родине. Сочинский экземпляр кипариса крупноплодного в возрасте 140 лет имеет высоту 38 м, диаметр кроны 15.2 м, 6 стволов с диаметром основного ствола на уровне земли 212 см. Поиск и сохранение в условиях ex situ эндемичных видов прибрежных территорий является одной из основных задач ботанических садов.

Ключевые слова: кипарис крупноплодный, дендрометрия, интродукционный ареал, эндемичные виды, адаптация, климатические изменения.

Abstract. The issue of conservation of endemic species is becoming particularly relevant with climate change and an increase in anthropogenic pressure on coastal territories. The main problem of preserving the biodiversity of the islands is the loss of habitat, which is associated with an increase in the level of the world ocean. The results of the introduction of one of the endangered species of the California coast have been studied. The introduced expansion of the area contributes to its conservation. Monterey cypress has been planted in subtropical climates outside the North American continent since 1838. He adapted on the Atlantic coast of Europe, in Australia and New Zealand, as well as on the Black Sea coast of the Caucasus. Individual trees in the introduced range reach sizes exceeding the characteristics of the species at home. The Sochi tree of the Monterey cypress at the age of 140 years has a height of 38 m, a crown diameter of 15.2 m, 6 trunks with a diameter of the main trunk at ground level of 212 cm. One of the main tasks of the botanical gardens is to search for and preserve ex situ endemic species of coastal territories.

Keywords: dendrometry, introduction range, endemic species, adaptation, climatic changes.

Одной из глобальных экологических проблем современности является стремительная потеря биоразнообразия. Для многих видов угроза их сохранения связана с разрушением среды обитания. Причины такой потери могут быть антропогенного и природного происхождения. Среди антропогенных причин – вырубка лесов, расширение сельхозугодий, добыча полезных ископаемых (соли) и строительных материалов (песка, гравия), застройка территорий при расширении городов, строительство транспортной структуры, загрязнение окружающей среды, нерегулируемый туризм и рекреация. К причинам естественного происхождения относятся сукцессионные процессы, природные катастрофы. К смешанным по происхождению причинам можно отнести биологические инвазии, климатические изменения.

Прибрежные территории всегда были районами многоцелевого использования.

Вопрос сохранения биоразнообразия прибрежных и островных территорий имеет особое значение, так как естественное смещение ареалов редких видов за пределы островов невозможно. Проблема состояния и использования прибрежных областей Мирового океана как районов с уникальными природными свойствами, бесценным и не возобновляемым природным ресурсом стала активно подниматься в конце XX века. В резолюции 55-й сессии Экономического и социального совета ООН, принятой еще в 1973 г., подчеркивалось, что береговые зоны являются одним наиболее ценных достояний

многих стран. В 1992 г. на Второй конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро внимание государств и правительств акцентировалось на глобальном характере проблем рационального использования и охраны природных ресурсов Мирового океана и прибрежных областей. Были созданы международные организации по рациональному использованию прибрежных зон: Комиссия по прибрежным системам Международного географического союза, Европейская ассоциация по научным исследованиям и технологиям прибрежной зоны, Европейский союз по охране побережий и другие. (Долотов, 1996).

Деятельность человека значительно изменила прибрежные экосистемы во всем мире. Актуальность проблемы прибрежных зон и превращение ее в глобальную связаны с рядом причин. Прибрежные территории являются зонами наиболее интенсивного взаимодействия хозяйственной деятельности человека и природной среды, испытывая огромную антропогенную нагрузку. Они являются зонами многоцелевого использования. Здесь ведутся добыча и переработка полезных ископаемых, развиваются различные виды промышленности, формируются портово-промышленные комплексы, строятся приморские города и порты, процветают сельскохозяйственное производство, пастбищное животноводство, прибрежный промысел, рекреация, туризм. Береговые зоны морей обладают огромными запасами песка и гравия, которые используются при изготовлении бетона, в строительстве дорог. В 90-х гг. мировая добыча песка и гравия со дна составляла около 1 млрд. т в год. Ежегодно на побережьях добывается свыше 7 млн. т поваренной соли, а также солей магния, калия, йода, брома. (Долотов, 1996).

Почти 30 процентов суши в прибрежных экосистемах мира уже сильно изменены. Уничтожена 1/5 часть коралловых рифов, более 35% мировых мангровых экосистем.

По оценкам специалистов 25% длины береговой линии Греции урбанизированы, а еще 50% испытывают сильную антропогенную нагрузку. К концу XX века в Японии было трансформировано 40% береговой линии, в России – 40% балтийского берега (Калининградское побережье), 20% - черноморского и 15% азовского. (Долотов, 1996).

Треть человечества живет в пределах 100 км от побережья (2.2 миллиарда человек в 1995 году). В прибрежных регионах располагаются 2/3 городов с населением более 2.5 млн. человек, в том числе мегаполисы США, Японии и Великобритании. В прибрежных районах проживает почти 75% населения Португалии, Норвегии, 70% – Сенегала, 60% – Греции, 50% – Японии, 41% – Китая, 30% – США, 10% – России (Линдси, 2020, Burke, Kura et al., 2001, Долотов, 1996).

Морские побережья всегда были привлекательны не только для жилья, но и для туризма. Путешествия и туризм являются крупнейшим в мире, активно развивающейся сектором мировой экономики, охватывающей транспорт, проживание, питание, отдых и услуги для путешественников. В результате значительно сокращаются прибрежные местообитания, ухудшается качество этих экосистем, увеличивая риск дальнейшей эрозии и прибрежных наводнений.

Экосистемы прибрежных зон испытывают большие стрессовые нагрузки. Антропогенное воздействие проявляется в ускоренных темпах деградации береговой линии, нарушении экосистемных связей, росте загрязнений. Происходит размыв пляжей, оползни на крутых береговых склонах.

Ситуация усугубляется возможной опасностью затоплений вследствие прогнозируемых климатических изменений. Подавляющее большинство научных исследований говорит о том, что в связи с таянием полярных льдов уровень мирового океана будет неуклонно подниматься. Повышение уровня моря связано с наводнениями, штормовыми приливами, засолением пресноводных источников. Повышение уровня моря

из-за антропогенного глобального потепления может стереть с лица Земли некоторые островные государства. (Линдси, 2020).

Изменение климата создает дополнительную нагрузку на прибрежные регионы, а районы и экосистемы, уже находящиеся под антропогенным воздействием, могут пострадать больше всего. (Солтани, Анненкова, 2019).

Поэтому адаптироваться необходимо не столько к повышению температуры, сколько к опасным последствиям и метеорологическим явлениям. При этом в природоохранном формате новой является цель, но не методы. (Липка, Кокорин, 2016).

Эндемичные виды островных территорий требуют особого внимания. Необходимо проводить плановую работу по их выявлению, сохранению и распространению за пределами естественного ареала. Эту работу могут и должны выполнять ботанические сады, в комплексе с иными видами деятельности, направленными на адаптацию к климатическим изменениям (Солтани, 2021, Primack et al., 2009, Webster et al., 2013).

Примером сохранения эндемичных видов за пределами исходного местообитания может служить кипарис крупноплодный *Cupressus macrocarpa* (Hartw.) с острова Монтерей (Северная Америка). *Cupressus macrocarpa* был включен в Красный список угрожаемых видов МСОП в 2011 г. с критерием Уязвимый, которому угрожает исчезновение (VU, D2) (Fajron, 2013). Последними генетическим исследованиями доказано, что североамериканские кипарисы филогенетически ближе к можжевельникам, чем к европейским кипарисам, поэтому кипарис крупноплодный отнесен к новому роду *Hesperocyparis macrocarpa* Hartw. (Terry et al., 2016).

Кипарис крупноплодный встречается в природе только на центральном побережье Калифорнии. Он произрастет на суглинках или песках, подстилаемых гранитными породами, на скалистых утесах, склонах, в расщелинах скал и мысах узкой прибрежной полосы. Образует чистые или смешанные с *Pinus radiata* D. Don насаждения. (Eckenwalder, 1993).

Естественная среда обитания, площадью 13 кв. км (Farjon, 2013), находится в пределах досягаемости океанских соленых брызг, характеризуется сухим жарким летом с частыми прохладными туманами и прохладной влажной зимой с затяжными дождями.

Природный ареал вида включает две небольшие реликтовые популяции, которые охраняются в государственном заповеднике Пойнт-Лобос и лесу Дель-Монте (Point Lobos, Del Monte Forest), и нескольких разбросанных метапопуляций на частных землях в непосредственной близости от туристической и рекреационной зоны (Farjon, 2013).

Помимо угроз, характерных для всех прибрежных и островных территорий, кипарису крупноплодному угрожает еще одна опасность. Поскольку отдых и туризм в районе произрастания кипариса интенсивны, существует большой риск пожаров. При климатических изменениях ожидается сокращение частоты и длительности туманов, что повысит пожароопасность прибрежной территории. (Farjon, 2013). Это создаст прямую угрозу сохранения вида, особенно на труднодоступных участках.

С 1838 года *Cupressus macrocarpa* был введен в культуру и в результате деятельности человека получил широкое распространение за пределами своего природного ареала. Но, вдали от прибрежного туманного пояса, в местах с прохладным летом, он оказался очень подвержен грибковому заболеванию, вызываемому *Seiridium cardinale*, и гибнет в течение нескольких лет (Farjon, 2013).

В настоящее время интродукционный ареал кипариса крупноплодного включает не только полосу вдоль побережья Калифорнии и Орегона Северной Америки. Он распространен в Европе, Австралии и натурализовался в Новой Зеландии (Farjon, 2013) .

Самый выдающийся экземпляр *Cupressus macrocarpa* в России произрастает в коллекции сочинского «Дендрария». Он расположен на Черноморском побережье Кавказа в восточной части города Сочи (Россия, 43°34′15″ N, 39°44′35″ E). Среднегодовая температура места интродукции +14.2°C, абсолютный минимум -13.4°C (1963/64), количество среднегодовых осадков 1684 мм. Почвы – элювиально-глеевые желтозёмы.

Это крупнейший многоствольный экземпляр кипариса на Черноморском побережье Кавказа, высаженный в 1892 году. Ориентировочный возраст 140 лет. Имеет высоту 38 м, диаметр кроны 15.2 м, диаметр ствола на уровне земли 212 см (длина окружности ствола на уровне земли 687 см). До высоты 1.3 м над землей основной ствол разветвляется. В 2000 году было 9 стволов, в настоящее время 6 стволов, диаметром 104, 68, 30, 46, 52, 38 сантиметров. В 2019 году учеными Никитского ботанического сада было проведено обследование ствола сочинского кипариса с применением пространственного импульсного томографа АРБОТОМ. Исследования показали наличие в стволе первичных гнилей.

Сравнение развития интродуцированного экземпляра *Cupressus macrocarpa* с размерами, достигаемыми на родине, показало, что вид адаптировался в новых условиях. В природном ареале, это деревья до 25 м высоты с несколькими крупными стволами и широко раскидистой кроной. Доживает до 284 лет. Все самые крупные экземпляры встречаются за пределами природного ареала. Самый крупный кипарис крупноплодный в США отмечен в долине Пескадеро-Крик (Pescadero Creek) штата Калифорнии – высотой 31.1 м при диаметре ствола 475.8 см и диаметре кроны 33.8 м. Гораздо более высокое дерево (высота 48 м при диаметре ствола 122 см) встречается в Сан-Франциско, штат Калифорния. Самое большое дерево в Великобритании имеет высоту 36 м при диаметре ствола 320 см, в деревне Стрете-Роли (Strete Ralegh) графства Девон. В Новой Зеландии самый большой кипарис имеет высоту 23.8 м при диаметре ствола 463.1 см и диаметре кроны 29.5 м находится к югу от Окленда на полуострове Авиту (Awhitu). (Conifers, 2022, Trees and shrubs…, 2022).

Таким образом, есть уверенность, что эндемичный вид при климатических изменениях будет сохранен.

Список литературы

1. Долотов Ю.С. Проблемы рационального использования и охраны прибрежных областей Мирового океана. М.: Науч. мир, 1996. 304 с. ISBN 5-89176-004-5:Б.ц.
2. Линдси Р. Изменение климата: глобальный уровень моря. 2020. [Электронный ресурс] – URL: https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level. (Дата обращения: 18 января 2022).
3. Липка О.Н., Кокорин А.О. Адаптация к изменениям климата для сохранения биоразнообразия // Использование и охрана природных ресурсов в России». 2016. № 1. Т. 145. С. 54-60.
4. Солтани Г.А. Климатические изменения и деятельность ботанических садов // Известия национальной академии наук Беларуси. Серия Биологических наук. Минск. 2021. Том 66. №4. с. 491-496. https://doi.org/10.29235/1029-8940-2021-66-4-491-496.
5. Солтани Г. А., Анненкова И. В. Влияние изменения климата на растительность Черноморского побережья Кавказа // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий: сб. ст. VI Всерос. науч.-практ. конф. (2–4 окт. 2019 г., Сочи). Сочи. 2019. Т. 6. С. 288–295.
6. Burke L., Kura Y., Kassem K., Ravenga C., Spalding M., McAllister D.. Pilot Assessment of Global Ecosystems: Coastal Ecosystems. Washington: World Resources Institute, 2001. p. 93. ISBN: 1-56973-458-5

7. Conifers. [Электронный ресурс] – URL: https://www.conifers.org/cu/Cupressus_macrocarpa.php. (Дата обращения: 18 января 2022).
8. Eckenwalder J. E.. Cupressus macrocarpa. Flora of North America North of Mexico (FNA). 1993. Vol. 2. [Электронный ресурс] – URL: http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=108697 (Дата обращения: 18 января 2022). Doi:10.1590/2175-7860201566416/
9. Farjon A. Cupressus macrocarpa. The IUCN Red List of Threatened Species. 2013. [Электронный ресурс] – URL: https://www.iucnredlist.org/species/30375/2793139 (Дата обращения: 18 января 2022). doi:10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T30375A2793139.en
10. Primack R., Miller-Rushing A. The role of botanical gardens in climate change research: Tansley review// New Phytologist. February 2009, 182(2), pp. 303-13. DOI:10.1111/j.1469-8137.2009.02800. [Электронный ресурс] – URL: https://www.researchgate.net/publication/24250334_The_role_of_botanical_gardens_in_climate_change_research_Tansley_review (дата обращения 09.02.2021).
11. Terry R. G., Pyne M. I., Bartel J. A., Adams R. P. A molecular biogeography of the New World cypresses (Callitropsis, Hesperocyparis; Cupressaceae). Plant Systematics and Evolution, 2016. V. 302. №7. P. 921-942.
12. Trees and shrubs on line. [Электронный ресурс] – URL: https://treesandshrubsonline.org/articles/cupressus/cupressus-macrocarpa (Дата обращения: 18 января 2022).
13. Webster E., Cameron R., Culham A. Gardening in a Changing Climate. 2013. 45 p. [Электронный ресурс] – URL:https://www.rhs.org.uk/science/pdf/RHS-Gardening-in-a-Changing-Climate-Report.pdf (Дата обращения: 18 января 2022).

ИНТРОДУКЦИЯ НЕКОТОРЫХ ВОСТОЧНОАЗИАТСКИХ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РОСТОВА-НА-ДОНУ

Федоринова О. И., Куропятников М. В., Козловский Б. Л.
Ботанический сад Академии биологии и биотехнологии ЮФУ,
Ростов-на-Дону, Россия,
oifedorinova@sfedu.ru

INTRODUCTION OF SOME EAST ASIAN SPECIES OF WOODY PLANTS IN THE CONDITIONS OF ROSTOV-ON-DON

Fedorinova O. I., Kuropyatnikov M. V., Kozlovskij B. L.
Botanical Garden of the Academy of Biology and Biotechnology of the SFedU, Rostov-on-Don, Russia
oifedorinova@sfedu.ru

Аннотация. Ботанические сады играют важную роль в сохранении и обогащении растительного мира, биологического разнообразия регионов. Древесные виды из семейств: Buddleiaceae Wilhelm, Lamiaceae Lindl., Scrophulariaceae Juss представляют интерес для озеленения населенных пунктов Ростовской области. В Ботаническом саду ЮФУ проходят интродукционное испытание пять видов этих семейств: *Buddleja alternifolia* Maxim., *B. davidii* Franch., *Callicarpa japonica* Thunb., *Vitex negundo* L., *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. Оценены основные эколого-биологические свойства растений (зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к вредителям и болезням, семенная репродуктивность), их сезонный цикл развития, семенное и вегетативное размножение. Все виды являются засухоустойчивыми, не поражаются вредителями и болезнями, цветут и размножаются

семенами или вегетативно, не проявляют инвазионных свойств. Наиболее зимостойкими являются *B. alternifolia* и *P. tomentosa*.

Ключевые слова: *Buddleja alternifolia, B. davidii, Callicarpa japonica, Vitex negundo, Paulownia tomentosa,* сезонный ритм развития, эколого-биологические свойства.

Abstract. Botanical gardens play an important role in the conservation and enrichment of the plant world, the biological diversity of the regions. Tree species from the families: Buddleiaceae Wilhelm, Lamiaceae Lindl., Scrophulariaceae Juss are of interest for landscaping settlements in the Rostov region. In the SFedU Botanical Garden, five species of these families are undergoing introduction testing: *Buddleja alternifolia* Maxim., *B. davidii* Franch., *Callicarpa japonica* Thunb., *Vitex negundo* L., *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. The main ecological and biological properties of plants (winter hardiness, drought resistance, resistance to pests and diseases, seed reproduction), their seasonal development cycle, seed and vegetative reproduction are assessed. All species are drought-resistant, not affected by pests and diseases, bloom and reproduce by seeds or vegetatively, do not show invasive properties. The most winter hardy are *B. alternifolia* and *P. tomentosa*.

Keywords: *Buddleja alternifolia, B. davidii, Callicarpa japonica, Vitex negundo, Paulownia tomentosa,* seasonal rhythm of development, ecological and biological properties, seed and vegetative propagation.

Одним из способов сохранения биоразнообразия считается введение видов в устойчивую культуру. Ботанические сады, являясь интродукционными центрами, играют большую роль в сохранении и обогащении растительного мира, биологического разнообразия регионов. За последние годы усилилась интенсивность проникновения в регионы новых видов вредителей древесных растений, что усложняет интродукционный поиск. В настоящее время при оценке перспективности видов, исходя из их эколого-биологических свойств, особое внимание обращается на устойчивость к болезням и вредителям, а также отсутствие у экзотов свойств потенциальных эргазиофитов. Интродукционный поиск древесных видов растений ведется из числа таксономически и географически удаленных по отношению к растениям местной флоры и давно культивируемым в регионе экзотам. Для степной зоны Юга России это могут быть представители следующих семейств: Buddleiaceae Wilhelm, Lamiaceae Lindl., Scrophulariaceae Juss. В дендрологической коллекции Ботанического сада ЮФУ данные семейства представлены восточноазиатскими видами, естественно произрастающими в Китае: *Buddleja alternifolia* Maxim., *B. davidii* Franch. (Buddleiaceae), *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. (Scrophulariaceae), *Vitex negundo* L. (Lamiaceae), и Японии: *Callicarpa japonica* Thunb (Lamiaceae). Целью работы стало обобщение результатов интродукции вышеперечисленных пяти видов. В задачи исследований входило: оценка основных эколого-биологических свойств (зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к вредителям и болезням, семенная репродуктивность), а также сезонного ритма развития видов.

Эколого-биологические свойства экзотов оценивали по методике А.Я. Огородникова (1993), в которой наивысшему проявлению свойства соответствует 5 баллов. Наблюдения за сезонным развитием вели по методике, рекомендованной для ботанических садов СССР (Александрова, Булыгин, Ворошилов, 1975). Начало вегетации у видов определяли по фенологической фазе − распускание почек, конец вегетации по фазе массового листопада. Статистическую обработку фенологических данных осуществляли по методике Г.Н. Зайцева (1981, 1983) с использованием положений о норме и оптимуме количественных признаков. Для качественной характеристики семян экзотов использовали лабораторную

всхожесть (ГОСТ 13056.6-75). Номенклатура видов выверена по The Plant List (http://www.theplantlist.org/).

Образцы видов были выращены из семян, возраст их от 12 до 31 года (табл. 1). Большинство видов – листопадные кустарники, *P. tomentosa* – листопадное дерево.

Таблица 1. Характеристика образцов пяти восточноазиатских видов БС ЮФУ, способы их размножения

Наименование вида	Происхождение исходного материала	Возраст (лет)	Высота (м)	Семенное размножение (лабораторная всхожесть, %)	Вегетативное размножение (укоренение черенков %)
B. alternifolia	Украина, Белая Церковь; репродукция БС	12	до 3	86	50
B. davidii	Россия, Ставрополь	12	до 2	90	65
C. japonica	Франция, Страсбург	27	до 2	–	83
V. negundo	Туркмения, Ашхабад	31	до 2	–	73
P. tomentosa	Румыния, Бухарест	21	до 9	90	–

Засухоустойчивыми (4 балла) и наиболее зимостойкими являются *B. davidii* и *P. tomentosa.* В суровые зимы у них повреждаются верхушки отдельных побегов или часть цветочных почек (4 балла). Таким видам, как *C. japonica* и *V. negundo* свойственна средняя зимостойкость (3 балла). Обмерзания затрагивают часть однолетнего прироста и цветочных почек, а в суровые зимы и скелетных ветвей. До уровня снега обмерзает *B. davidii* (2 балла), а в теплые зимы проявляет среднюю зимостойкость. Однако, средняя и слабая зимостойкость видов компенсируется хорошей засухоустойчивостью (4 балла). Все виды не повреждаются болезнями и вредителями (5 баллов). Размножаются семенами (4 балла): *B. alternifolia, B. davidii* и *P. tomentosa.* Такие виды, как *C. japonica* и *V. negundo* цветут, плодоносят, но имеют низкую всхожесть семян (3 балла), при этом хорошо размножаются зеленым черенкованием с использованием корневина (укоренение 73 − 83%) (табл. 1).

Устойчивость экзотов к неблагоприятным климатическим факторам прямо зависит от сроков начала и окончания их вегетации (Лапин, 1967), а также ее продолжительности. Относительно хронологических границ фенологических групп древесных растений в Ростове-на-Дону по срокам начала и окончания вегетации (Козловский, Федоринова, Куропятников, 2020), исследованные виды относятся к двум группам. К первой группе − рано начинающих и поздно оканчивающих вегетацию (РП) (распускание почек до 13.04, массовый листопад после 17.10) и ко второй группе поздно начинающих и поздно оканчивающих вегетацию (ПП) (распускание почек после 13.04, массовый листопад после 17.10). В первую группу входит один вид *B. alternifolia,* с распусканием почек 11.04 ± 3,9. Остальные виды (*B. davidii, C. japonica, V. negundo, P. tomentosa*) − во вторую группу (табл. 2). Первой распускает листья также *B. alternifolia,* затем остальные виды. Полное облиствение у видов происходит в течение апреля − мая. Массовый листопад наблюдается в конце октября – начале ноября (табл. 2). Лишь у *B. davidii* ежегодно происходит

вынужденный листопад в начале – середине ноября под воздействием низких температур. Продолжительность вегетационного периода в Ростове-на-Дону − 216 дней (Козловский, Федоринова, Куропятников, 2014). За исключением *B. davidii* продолжительность вегетации остальных видов составляет от 165 до 204 дней (табл. 2).

Для всех видов характерен длительный рост побегов и лишь у *B. alternifolia* и *P. tomentosa* полное вызревание наступает до 4 ноября (переход средней суточной температуры воздуха через +5º С). У *B. davidii* побеги растут до заморозков.

Таблица 2. Сезонное развитие пяти восточноазиатских видов коллекции БС ЮФУ

Фенофаза	*Buddleja alternifolia*	*B. davidii*	*Callicarpa japonica*	*Vex negundo*	*Paulownia tomentosa*
ускание почек	1.04 ± 3,9	3.04 ± 9,5	5.04 ± 6,7	.05 ± 1,8	1.05 ± 4,3
ускание листьев	8.04 ± 4,8	5.04 ± 9,0	4.04 ± 2,2	.05 ± 1,4	3.05 ± 3,5
ное облиственне	0.04 ± 3,3	05 ± 12,5	2.05 ± 1,8	8.05 ± 2,0	20.05 ± 3,8
ало роста побегов	7.04 ± 2,5	5.04 ± 9,0	4.04 ± 2,2	.05 ± 4,0	07.05 ± 8,3
нчание роста побегов	0.09 ± 9,5	−	9.08 ± 2,1	−	8.07 ± 12,7
ное вызревание побегов	5.10±10,5	−	−	−	07.09 ± 4,6
совый листопад	6.10 ± 4,1		.11 ± 3,9	.11 ± 2,5	26.10 ± 2,7
ало цветения	.06 ± 2,6	.08 ± 1,0	07 ± 11,3	2.07 ± 5,6	2.05 ± 1,8
ало массового цветения	.06 ± 2,3	9.08 ± 7,5	.07±10,9	6.07 ± 6,0	4.05 ± 2,1
нчание массового цветения	.06 ± 3,6	.09 ± 8,0	2.07 ± 8,8	.09 ± 8,8	2.05 ± 1,8
нчание цветения	1.06 ± 2,4	.09 ± 13,0	9.07 ± 7,1	0.10 ± 7,0	7.05 ± 1,9
совое созревание семян	.10 ± 1,5	−	2.10 ± 5,6	0.10 ± 2,0	0.09 ± 10,5
должительность вегетации (дни)	98 ± 5,6	−	04 ± 10,1	170 ± 3,8	178 ± 5,1
ргруппа	РП	ПП	ПП	ПП	ПП

Цветет *P. tomentosa* в мае, семена созревают в сентябре. У таких, видов как *B. alternifolia, C. japonica, V. negundo* цветение наблюдается в июне – июле, созревание семян в октябре. Непрерывно цветет вплоть до заморозков − *B. davidii,* одновременно с цветением созревают семена (с июня по октябрь).

При повреждении в зимний период три вида: *B. davidii, C. japonica, V. negundo* не теряют декоративности, так как они полностью восстанавливаются после зимы и закладывают цветочные почки в год цветения. Такие виды, как: *B. alternifolia, B. davidii, C. japonica, V. negundo* цветут длительно в летние месяцы (табл. 2), что является ценным декоративным качеством, так как не характерно для древесных растений местной флоры.

При выращивании все исследованные виды не требовательны к почвам и к периодическому поливу. Укрытие на зиму требуется *B. davidii,* остальные виды нуждаются в регулярных формирующих обрезках. Большинство видов декоративны в цветении, а *C. japonica* − в плодоношении. Среди всех видов *V. negundo* выделяется нежной листвой и мелкими ароматными цветками в длинных соцветиях. Декоративная долговечность четырех видов составляет: 15−20 лет (*B. davidii, C. japonica, V. negundo, P. tomentosa*), и 30 – 35 лет у *B. alternifolia* (Коллекции растений Ботанического сада ЮФУ, 2014).

Анализ сезонного развития пяти восточноазиатских видов коллекции БС ЮФУ показал, что, за исключением *B. davidii,* продолжительность вегетации остальных видов: *B. alternifolia, C. japonica P. tomentosa, V. negundo* укладывается в продолжительность вегетационного периода в Ростове-на-Дону. Все виды являются засухоустойчивыми, не поражаются вредителями и болезнями, цветут и размножаются семенами или вегетативно, не проявляют инвазионных свойств. Наиболее зимостойкие из всех − *B. alternifolia* и *P. tomentosa*. Последний вид начал используется в озеленении города, а *B. alternifolia* может быть перспективна для региональной культуры. Для выращивания трех видов: *B. davidii, C. japonica* и *V. negundo* необходимо соблюдение определенных условий (укрытие на зиму, обрезка после обмерзания).

Список литературы

1. Александрова М. С., Булыгин Н. Е., Ворошилов В. Н. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. – М.: Изд-во ГБС АН СССР, 1975. – 28 с.
2. ГОСТ 13056.6-75. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 132 с.
3. Зайцев Г. Н. Фенология древесных растений. – М.: Наука, 1981. – 120 с.
4. Зайцев Г. Н. Оптимум и норма в интродукции. – М.: Наука, 1983. – 270 с.
5. Козловский Б. Л., Федоринова О. И., Куропятников М. В. Закономерности сезонного развития древесных растений при интродукции в Ростове-на-Дону [Электронный ресурс] // Политематический сетевой электронный науч. журн. Кубанского гос. аграр. ун-та (Науч. журн. КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 5(99). – С. 244–255. – URL: http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/17.pdf.
6. Козловский Б. Л., Куропятников М. В., Федоринова О.И. Фенология древесных интродуцентов Ботанического сада ЮФУ. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2020. – 228 с.
7. Коллекции растений Ботанического сада ЮФУ: каталог растений, прошедших интродукционное испытание: монография / под ред. В.В. Федяевой. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2014. – 436 с.
8. Лапин П. И., Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюллетень Главного Ботанического сада, 1967. Вып. 65.С. 13−18.
9. Огородников А. Я. Методика визуальной оценки биоэкологических свойств древесных растений в населенных пунктах степной зоны // Интродукция растений. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. унта, 1993. – С. 50–58.
10. The Plant List [Electronic resource]. Mode of access: http://www.theplantlist.org/. Дата обращения 25. 12. 2021.

ИНТРОДУКЦИОННОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮФУ

Фирсова И.М., Фирсова А.В.
Ботанический сад ЮФУ, г. Ростов-на-Дону, Россия
ifirsova@sfedu.ru

INTRODUCTION STUDY OF SOME AROMATIC PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE SFU BOTANICAL GARDEN

Firsova I.M., Firsova A.V.
Botanical Garden of SFU, Rostov-on-Don, Russia
ifirsova@sfedu.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения биологических особенностей, динамика накопления эфирных масел в зависимости от фазы развития и возраста у перспективных видов эфирномасличных растений, интродуцированных в условия степной зоны.

Ключевые слова: Интродукция, лабораторная всхожесть; ароматические растения; энергия прорастания, эфирное масло.

Abstract. The article presents the results of the study of biological features, the dynamics of the accumulation of essential oils depending on the phase of development and age in promising species of essential oil plants introduced into the conditions of the steppe zone.

Keywords: Introduction, laboratory germination; aromatic plants; germination energy, essential oil.

В качестве объектов исследования в коллекции ароматических растений Ботанического сада ЮФУ были отобраны 10 видов эфирномасличных растений: *Foeniculum vulgare* Mill., *Hyssopus angustifolius* Bieb., *Lavandula angustifolia* Mill., *Lophanthus anisatum* Benth., *Melissa officinalis* L., *Monarda citriodora* Cerv. ex lag., *M. didyma* L., *M. fistulosa* L., *Salvia officinalis* L., *Satureja montana* L., выращенных из семян, полученных обменом по делектусу. Эти виды прошли интродукционные испытания в течение 4-7 лет. Эфирные масла большинства видов обладают бактерицидными и фунгицидными свойствами (Гурвич, 1960) и являются перспективными источниками препаратов. В связи с этим, изучение биологических особенностей этих видов и выделение новых перспективных эфироносов становится актуальной проблемой.

Фенологические наблюдения проводились по (Методике фенологических наблюдений в ботанических садах СССР, 1973). Определение лабораторной всхожести проводили по (Методике исследований при интродукции лекарственных растений, 1984). Для определения лабораторной всхожести были отобраны целые семена 10 видов растений со сроком хранения 6 месяцев. Семена были высеяны в чашки Петри на фильтровальной бумаге, предварительно смоченной дистиллированной водой, по 50 шт. в 4-х кратной повторности. Опыт проводился при t° +20°, +23°, +28° С при дневном освещении. Количественное содержание эфирного масла определяли по методике А.С. Гинзберга – метод водно-паровой перегонки (Персидская, Чипига, 1981).

1. Лофант анисовый *(Lophanthus anisatum* Benth.*)* - многолетнее травянистое растение семейства Lamiaceae Lindl. Родиной является Северо-Западная Америка. Высота растений 70-110 см. Листья треугольные, зубчатые по краю. Соцветия плотные, колосовидные, цветки фиолетовые. Плоды – орешки. Цветет - II декада июня - III декада июля. Растения зимо-и засухоустойчивые. Размножаются вегетативно черенками, семенами. Растения

дают самосев. Лабораторная всхожесть при температуре 20° С составила 46,5 %, энергия прорастания 24 % за 3 дня; а при температуре 28° С – 32 %, энергия прорастания 26 % за 2 дня. Эфирное масло лофанта применяется в парфюмерно-косметической и пищевой промышленности, используется для регулирования обмена веществ, обладает бактерицидными свойствами. Трава обладает иммуномодулирующим действием, нормализует кровяное давление, очищает кровь и т.д. Эфирное масло содержится в траве, максимума достигает в фазу массового цветения - 1,62 % (от массы абс. сух. в-ва), к началу созревания семян достигает минимума (0,43 %), урожай свежей надземной фитомассы составляет 2400-2450 г/м^2.

2. Фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill.) – многолетнее травянистое растение семейства Apiaceae Lindl. Родина – Европейская часть, Кавказ, Средняя Азия. Высота растений 90-200 см. Корень ветвистый, желтовато-белый. Стебель прямой, округлый, с голубоватым налетом, сильноветвистый. Листья очередные, перистые. Цветки мелкие, собраны в многочисленные сложные зонтики. Чашечка незаметная, венчик пятилепестный, лепестки желтые. Плод зеленовато-бурая продолговатая двусемянка. Цветет с I декады июня - II декаду июля. Цветение наступает со второго года жизни. Плоды созревают в I декаде сентября. Зимует без укрытия, нормально переносит жару. Размножается семенами. Лабораторная всхожесть при температуре 20° С – 9 %, энергия прорастания 4% за 4 дня; а при температуре 28° С – 9 %, энергия прорастания 8 % за 4 дня.

3. Иссоп узколистный *(Hyssopus angustifolius* Bieb.) – полукустарничек семейства Lamiaceae. Родина – Кавказ. Высота растений 20-50 см. Корень стержневой, деревянистый. Стебли многочисленные, у основания одревесневающие, простые. Листья супротивные, узколинейные, островатые. Цветки ярко-синие, редко розовые и белые, собраны в колосовидное одностороннее соцветие. Чашечка светло-зеленая. Плод состоит из четырех орешков. Цветение с III декады июня – II декаду июля. Растения первого года жизни не цветут. Плоды созревают в I декаде сентября. Растения хорошо зимуют без укрытия. Размножаются вегетативно черенками, семенами. Дают самосев. Лабораторная всхожесть при температуре 20° С составила 14,5 %, энергия прорастания 20 % за 5 дней; при температуре 23° С – 89 %, энергия прорастания 84 % за 3 дня; а при температуре 28° С – 41 %, энергия прорастания 40 % за 2 дня. Настой травы является отхаркивающим и ранозаживляющим средством. Эфирное масло оказывает антибактериальное действие и применяется в парфюмерно-косметической и пищевой промышленности. Содержание эфирного масла зависит от возраста и фазы развития растений. Максимальное содержание его обнаружено у 2-4-х летних растений в фазе массового цветения – 1,25 % (от абс. сух. массы).

4. Лаванда узколистная *(Lavandula angustifolia* Mill.) – полукустарничек семейства Lamiaceae. Родина – Западное Средиземноморье. Растения 30-60 см высотой. Корень стержневой, деревянистый. Листья сидячие, линейные, с завернутыми вниз краями. Цветки собраны в кольца, которые образуют верхушечные колосовидные соцветия. Чашечка трубчатая, фиолетовая. Плод состоит из четырех орешков. Цветение – I декада июня – I декада июля. Растения первого года жизни редко цветут, но семян не дают. Плоды созревают в III декаде июля. Растения зимо- и засухоустойчивые. Размножается семенами и черенками. Дает самосев. Лабораторная всхожесть при температуре 20° С – 34,5 %, энергия прорастания 10 % за 19 дней, при температуре 23° С – 33,5 %, энергия прорастания 12 % за 12 дней. Содержание эфирного масла у 2-4-х летних растений в фазе массового цветения – 4,86 % (от абс. сух. массы).

5. Мелисса лекарственная *(Melissa officinalis* L.) – многолетнее травянистое растение семейства Lamiaceae. Родина – Европейская часть, Кавказ, Средняя Азия. Растения 50-120 см высотой. Корневище сильно ветвистое, с подземными побегами. Стебель

четырехгранный, ветвистый. Листья супротивные, черешковые, яйцевидные. Цветки мелкие, белые, собраны в однобокие ложные мутовки в пазухах верхних листьев. Чашечка колокольчатая. Венчик белый. Цветет со II декады июня – II декаду июля. Растения цветут со второго года жизни. Плод – четыре светло-бурых орешка. Плоды созревают в III декаде августа. Дает обильный самосев. Размножается вегетативно черенками, семенами. Лабораторная всхожесть при температуре 20° С – 83 %, энергия прорастания 32 % за 5 дней; при температуре 23° С – 87 %, энергия прорастания 46 % за 4 дня. В медицине используют надземную часть мелиссы при невралгиях, сердечной недостаточности, бронхитах, нарушении пищеварения, дерматитах. Настойка мелиссы оказывает протекторное действие при язве желудка, проявляет гемостатические, гипогликемические, желчегонные, бронхолитические свойства (Багинская и др., 1985). Эфирное масло листьев мелиссы проявляет антифунгальную, антибактериальную активность (Раст. рес. СССР…,1991). Наибольшее количество эфирного масла отмечено в фазу начала цветения (0,16 % от абс. сух. массы). Сравнивая разновозрастные растения по содержанию эфирного масла, установлено, что на 3-4 году жизни растения мелиссы лекарственной накапливают максимальное количество эфирного масла (0,20-0,25 % от абс. сух. массы). Урожай свежего сырья растений 2-го года жизни составляет 820 г/м^2.

6. Монарда лимонная *(Monarda citriodora* Cerv. ex Lag.) – многолетнее травянистое растение семейства Lamiaceae. Родина – Северо-Западная Америка, Мексика. Высота растения 30-80 см. Листья зубчатые, ланцетные. Соцветия с мелкими цветками, розового цвета. Растения зимо- и засухоустойчивые. Цветет со II декады июня – II декаду июля. Размножается вегетативно черенками, семенами. Плод орешек. Плоды созревают в I декаде августа. Лабораторная всхожесть при температуре 20° С – 96,5 %, энергия прорастания 88 % за 5 дней. В надземной части растения содержится эфирное масло, использующееся в парфюмерно-косметической промышленности. Масло монарды обладает антимикробным и фунгицидным действием. В течение вегетационного периода определялось содержание эфирного масла в надземной части, листьях и соцветиях. Максимальное количество эфирного масла отмечено в фазу массового цветения в листьях – 1,17 % (% от абс. сух. массы), причем наибольшее количество его растения синтезируют к 3-4 году жизни. Урожайность надземной массы у растений 3 года жизни составляет 1270 г/м^2.

7. Монарда двойчатая *(Monarda didyma* L.) – многолетнее травянистое растение семейства Lamiaceae. Родина – Северная Америка. Растения высотой 30-60 см. Листья темно-зеленые, супротивные, крупно-зубчатые, на конце заострённые. Цветки розового цвета, собраны в головчатое соцветие. Цветет с III декады июня – II декаду июля. Размножается вегетативно черенками, семенами. Плод орешек. Плоды созревают в I декаде августа. Лабораторная всхожесть при температуре 20° С – 26,5 %, энергия прорастания 10 % за 8 дней, а при температуре 28° С – 22,5 %, энергия прорастания 10 % за 4 дня. Растения монарды двойчатой синтезируют наибольшее количество эфирного масла в фазу цветения – 0,99 % (от абс. сух. массы). Урожайность надземной массы у растений 3-го года жизни составляет 1520 г/м^2.

8. Монарда дудчатая *(Monarda fistulosa* L.) – многолетнее травянистое растение семейства Lamiaceae. Родина – Северная Америка. Высота растений 60-120 см. Корень мощный, ветвистый. Стебель прямостоящий, ветвистый. Листья расположены супротивно, продолговато-яйцевидные, тонкие, зубчатые. Цветки мелкие, с пятизубчатой чашечкой и ярко окрашенным венчиком. Цветки обоеполые, собраны в соцветия. Венчики цветков розового цвета. Растения зимо- и засухоустойчивые. Цветёт с I - III декаду июня. Размножается вегетативно черенками, семенами. Плод орешек. Плоды созревают в III декаде июля. Лабораторная всхожесть при температуре 20° С – 9,5 %, энергия прорастания 4 % за 4 дня; а при температуре 28° С – 21,5 %, энергия прорастания 14 % за 3 дня. У

монарды дудчатой максимальное количество эфирного масла также содержится в фазу цветения в листьях – 1,27 % (от абс. сух. массы). Урожайность надземной массы у растений 3-го года жизни составляет 1540 г/м^2.

9. Чабер горный (*Satureja montana* L.) – полукустарник семейства Lamiaceae. Родина - Средиземноморье и Малая Азия. Особенно большие заросли этой культуры во Франции в Приморских Альпах (Горяев, 1952). Высота растений 40-60 см. Корень стержневой, мощный. Стебли многочисленные, округлые, сильно облиственные, снизу одревесневшие. Листья зеленые, ланцетовидные, цельнокрайние. Цветки белые, цветоносы образуют длинные кистевидные соцветия. Цветение – I декада июля - I декада сентября. Размножается вегетативно черенками, семенами. Плод орешек. Плоды созревают в I декаде октября. Лабораторная всхожесть при температуре 23° С – 50 %, энергия прорастания 40 % за 3 дня. Трава чабера горного применяется при гипертонической болезни. Эфирное масло используется в пищевой промышленности. Чабер размножается семенным и вегетативным путями, дает самосев. Наибольшее количество эфирного масла отмечено в фазу массового цветения – 2,4 % (от абс. сух. массы) в траве. В фазу плодоношения содержание эфирного масла в сырье резко снижается - 1,01 % (от абс. сух. массы). При исследовании разновозрастных растений на содержание эфирного масла установлено, что наибольшее его количество растения накапливают на 3-4 году жизни - 3,01-3,07 % (от абс. сух. массы).

10. Шалфей лекарственный *(Salvia officinalis* L.) – полукустарник семейства Lamiaceae. Родина – Средняя Европа, Средиземноморье. Высота растений 40-70 см. Корень разветвленный, мощный. Стебли ветвистые, снизу одревесневшие. Листья супротивные, серо-зеленые, морщинистые. Цветки светло-фиолетовые, собраны в верхушечное колосовидное соцветие. Цветет II-III декада мая. Растения первого года жизни не цветут. Дает обильный самосев. Размножается вегетативно черенками, семенами. Плод орешек. Плоды созревают в III декаде июня. Лабораторная всхожесть при температуре 20° С – 35 %, энергия прорастания 30 % за 5 дней; при температуре 23° С – 46,5 %, энергия прорастания 38 % за 5 дней; а при температуре 28° С – 68,5 %, энергия прорастания 44 % за 3 дня. Эфирное масло содержится в листьях и соцветиях шалфея. В медицине применяют шалфей в качестве вяжущего, дезинфицирующего и противовоспалительного средства при стоматитах, катаре верхних дыхательных путей. Эфирное масло шалфея применяют для ароматизации зубных паст (Махлаюк, 1967). Эфирное масло определялось в разных частях растений. Самое высокое его содержание отмечено в листьях (1,47 % - на абс. сух. массу) и в соцветиях (0,93 % - на абс. сух. массу). При определении содержания эфирного масла у разновозрастных растений установлено, что массовая доля эфирного масла увеличивается по мере развития растений и достигает максимума на 3-й год жизни (в листьях – 2,00 %, в соцветиях – 1,18 %). Максимальное количество его отмечено в фазе массового цветения – 1,28 % (на абс. сух. массу) Урожайность надземной массы у растений 3-го года жизни 870 г/м^2.

Список литературы

1. Багинская А.И. и др. К фармакологии мелиссы лекарственной. // Тез. докл. всесоюз. научн. конф.: Результаты и перспективы научных исследований в области создания лек. средств из раст. сырья. М., 1985. С. 127-128.
2. Горяев М.И. Эфирные масла флоры СССР. Алма-Ата, 1952, 380 с.
3. Гурвич Н.Л. Опыт классификации эфирномасличных растений// Тр. БИН АН СССР. Сер. 5: Растительное сырье. 1960. Вып. 6. С. 7-126.
4. Махлаюк В.П. Лекарственные растения в народной медицине. Саратов, 1967. 560 с.

5. Методика исследований при интродукции лекарственных растений // Лекарственное растениеводство. М., 1984. Вып. 3. 34 с.
6. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. // Под ред. П.И. Лапина. М., 1973. 138 с.
7. Персидская К.Г., Чипига А.П. Справочник для работников лабораторий эфирномасличных предприятий. М., 1981. 144 с.
8. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Hippuridaceae – Lobeliaceae. Спб: Наука, 1991. 200 с.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИОННОГО ИСПЫТАНИЯ СОРТООБРАЗЦОВ *VICIA FABA* L. В УСЛОВИЯХ РАВНИННОГО ДАГЕСТАНА

Хабибов А. Д.[1], Шуайбова Н.Ш.[2]
[1]Горный ботанический сад ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия, Gakvari05@mail.ru
[2]Институт геологии ДФИЦ РАН, Махачкала, Россия, napisat65@mail.ru

SOME RESULTS OF THE INTRODUCTION TEST OF VARIETIES OF *VICIA FABA* L. IN THE CONDITIONS OF LOWLAND DAGESTAN

Khabibov A.D.[1], Shuaibova N.Sh.[2]
[1] Mountain Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia, Gakvari05@mail.ru
[2] Institute of Geology of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia, napisat65@mail.ru

Аннотация. В 2019 году в условиях Низменного Дагестана (Кумторкалинский район, зимнее пастбище Гунибского р-на, урочище Хумтуп, 50 м высоты над ур. м., С. Ш.– 43º02′45″ и В.Д. – 47º13′50″) проведен интродукционный анализ сортового материала кормовых бобов – *Vicia faba* L., семена которых были получены из Всероссийского института растениеводства (ВИР) им. Н.И. Вавилова. Работа выполнена на популяционном уровне. В результате суммарной статистики для объединённой выборки (n = 44) получены средние величины шести размерных признаков и, вместе с отклонением эмпирических показателей от нормальной кривой распределения, оценена их относительная изменчивость. Выделены наиболее устойчивые и пластичные признаки. Среди рассматриваемых линейных признаков самым вариабельным оказалась длина стебля до узла с первым плодом, у которого коэффициент вариации равен

48,4 %. Минимальным значением относительной изменчивости (15,9 %) выделяется длина растения (стебля) без корня. Также отмечены размерные признаки этой культуры, эмпирические показатели (асимметрия и эксцесс) которых, как существенно отклоняются от нормального распределения, так и отклонения носят случайный характер.

Ключевые слова: *Vicia faba* L., интродукция, сортообразцы, размерные признаки, средние значения, эмпирические показатели, изменчивость.

Abstract. In 2019, in the conditions of Low-lying Dagestan (Kumtorkalinsky district, winter pasture of Gunibsky district, Humtup tract, 50 m above sea level, S. Sh.– 43º02'45" and V. D. – 47º13'50"), an introduction analysis of the varietal material of fodder beans – *Vicia faba* L., the seeds of which were obtained from the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Breeding (VIR) was carried out. The work was carried out at the population level. As a result of summary statistics for the combined sample (n = 44), the average values of six dimensional features were obtained and, together with the deviation of empirical indicators from the normal distribution curve, their relative variability was estimated. The most stable and plastic signs are highlighted.

Among the considered linear features, the most variable was the length of the stem to the node with the first fruit, in which the coefficient of variation is equal to 48.4%. The minimum value of relative variability (15.9%) is the length of the plant (stem) without a root. The dimensional features of this culture are also noted, the empirical indicators (asymmetry and kurtosis) of which both deviate significantly from the normal distribution and the deviations are random.

Keywords: *Vicia faba* L., introduction, varietal patterns, dimensional features, average values, empirical indicators, variability.

Зернобобовые культуры по значимости и распространённости занимают второе место, уступая только зерновым злакам. Основным достоинством их считают весьма высокое содержание кормового растительного белка и поэтому являются чрезвычайно важным источником его. Плоды – бобы их собирают исключительно в целях использования сухих зёрен. Из более 60 видов зернобобовых культур, которые известны в мировом земледелии наиболее значимыми были и остаются соя, фасоль, горох, чечевица, кормовые бобы [1, 10]. Среди этой группы выделяются кормовые бобы, которые являются ценной и древней культурой и заслуживают особого внимания, поскольку из зерновых бобовых культур дают самые высокие урожаи семян с большим содержанием (до35 %) белка [2, 3, 4, 6].

Кормовые (русские, конские) бобы – *Vicia faba* L. (1753) являются единственным видом в роде растений *Faba* L. семейства *Fabáceae* и представляет только в культуре как однолетнее перекрёстноопыляемое растение с четырёхгранным стеблем (рис. 1, В) высотой 1 – 1,5 м [11]. Однако, весьма богато их и сортовое разнообразие. К настоящему времени в мире известно более 450 сортов этого вида. Сорта данной культуры отличаются по хозяйственному назначению и морфологическим признакам и свойствам, преимущественно по величине и массе, окраске кожуры, размерам и форме семян [4, 6]. Кроме того, все возделываемые в разных странах конские бобы под воздействием климатических условий и деятельности человека обособились в три хорошо выраженные эколого-географические группы: северная, среднерусская и высокогорная [9]. Успешно разводятся *V. faba* на огородах почти во всех районах, и распространены широко на юге – преимущественно на полях, где поднимаются до 3500 м над ур. м. и выше (Памир – Алтай), на севере – в огородах [9]. Как подчёркивают все специалисты, когда-либо работавшими с кормовыми бобами, главным недостатком этой культуры является более продолжительный и растянутый период вегетационного полного цикла развития, и по этому признаку различают ранне-, средне- и позднеспелые сорта.

Данная работа посвящена оценке изменчивости шести размерных признаков объединённой выборки (n = 44) пяти сортообразцов этой культуры в условиях интродукции в Низменном Дагестане (50 м над ур. м.).

Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили семена пяти сортообразцов *V. faba*, полученные из Всероссийского института растениеводства (ВИР) им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). Сортообразцы различались, как по морфологическим характеристикам, так и по экологическим особенностям. Краткая характеристика исходного материала и предварительные результаты испытания сортообразцов представлены в табл. 1. Посевной материал представлял сортообразцы *V. faba* отечественной и зарубежной селекции с разными сроками хранения семян. Интродукционное испытание пяти сортообразцов этого вида 25.05.2019 г. проводилось в условиях Низменного Дагестана (Кумторкалинский район, зимнее пастбище Гунибского р-на, урочище Хумтуп, 50 м высоты над ур. м., С. Ш.– 43º02′45″ и В.Д. – 47º13′50″). Посев семян был проведен в метровых рядах с расстоянием между ними 20 см (рис. 1, А).

Таблица 1. Сравнительная характеристика исходного материала и некоторые результаты всхожести сортообразцов *V. faba*, интродуцированного в Низменном Дагестане 2019 году

№ п/п	№ по кат.ВИР	Название сорта	Происхождение	Место, год последней репродукции	Число посеянных семян	Всхожесть, %
1	2264	Вировские	Россия	Пушкин 2017г	30	93
2	2267	Велена	Россия	Пушкин 2016г	30	89
3	2398	Мария	Россия	Пушкин 2014г	30	86
4	2399	КИУ-82	Россия	Пушкин 2014г	30	53
5	609259	Широкко	Германия	Оригинал 2015г	30	40

В процессе роста и развития проводились фенологические наблюдения. После завершения вегетационного цикла у более 20 генеративных побегов, представляющие надземную часть растения, всех сортообразцов были учтены более двадцати признаков, которые мы условно разделили на три группы: размерные, числовые и весовые. В данном сообщении рассматриваются только размерные признаки объединённой выборки (n = 44). Линейные признаки учитывали в см, а ширину у основания стебля регистрировали в мм. Работа выполнена на популяционном уровне, и в результате проведения суммарной статистики были получены как средние, так эмпирические показатели (асимметрия и эксцесс), различия которых были оценены по t-критерию Стьюдента [5, 7]. При проведении части расчётов использовался ПСП Statgraf version 3. 0. Shareware, система анализа данных Statistica 5. 5.

A B

Рисунок 1. Посевы сортообразцов (A) и общий вид стебля (B) *V. faba* в условиях Низменного Дагестана

Результаты исследования

При сравнительном анализе изменчивости размерных признаков сводной выборки (∑n = 44) *V. faba* выяснилось, что для учтённых линейных признаков характерны различные уровни изменчивости (табл. 2). Минимальные значения относительной вариабельности, которые, согласношкалы С.А. Мамаева (1975), относятся к среднему уровню изменчивости, характерны для длины растения (стебля) без корня (L), плодущей части четырёхгранного стебля с верхним не плодущим звеном (L_2), междоузлия (L_3) и индексному признаку – отношения длины стебля к её толщине (L/D) [8]. Для величин размаха (max–min) и частного (max/min) крайних вариант длины растения (стебля) без корня (L) и плодущей части четырёхгранного стебля с верхним не плодущим звеном (L_2)

характерны сравнительно сходные значения. Эмпирические показатели – асимметрия и эксцесс по этим двум линейным (L и L2) признакам сортообразцов данной культуры также несущественно отклоняются по t-критерию Стьюдента от нормальной теоретической кривой распределения.

Таблица 2. Сравнительная характеристика изменчивости и колебании значений размерных (см) признаков и эмпирических показателей объединённой выборки (∑n = 44) *V. faba* при интродукции в условиях Равнинного Дагестана (При N = 44, $\mathbf{m_{As}}$ = 0,3693, $\mathbf{m_{Ex}}$ = 0,7385)

Признаки	$\overline{X} \pm S_{\overline{X}}$	Cv, %	Min	Max	Max–min	Max/min	As		Ex	
							$П_1$	t	$П_2$	t
L_1	10,6±0,77	48,4	4	27	23	6,75	1,264	3,423***	1,728	2,340*
L	44,7±1,07	15,9	28	57	29	2,036	-0,354	0,959	-0,128	0,173
L_2	34,1±0,91	17,7	23	44	21	1,913	-0,196	0,531	-0,040	0,054
L_3	2,7±0,08	19,6	1,857	4,636	2,779	2,496	1,210	3,276**	3,406	4,612***
D	6,4±0,22	22,5	3,6	9,9	6,3	2,75	0,659	1,784	0,624	0,845
L/D	72,2±2,05	18,9	42,42	105	62,58	2,475	0,458	1,240	0,661	0,895

Примечание. Длина: L1 – стебля до узла с первым плодом; L – растения (стебля) без корня; L2 – плодущей части стебля с верхним не плодущим звеном и L3 – междоузлия. D – толщина у основания стебля; L/D – отношение длины стебля к её толщине.

П1 – показатель меры отклонения распределения частот от симметричного их распределения относительно максимальной ординаты (асимметрия – As) и П2 – степень отклонения эмпирической кривой распределения от нормальной теоретической кривой (эксцесс – Ex). Ошибка показателя: асимметрии – mAs; эксцесса – mEx. t-критерий Стьюдента. При df = ∞: 1,960*; 2,5758** и 3,290***.

Длина междоузлия (L3) от двух других рассматриваемых размерных (L и L2) признаков отличается минимальным показателем (2,779) амплитуды (max–min) крайних вариант, который сравнительно близок к величине частного (max/min) (2,496). Однако распределение этого признака по эмпирическим (скошенности и туповершинности) показателям существенно, довольно на высоком (99,0 и 99,9 %) уровне достоверности, по t-критерию Стьюдента отклоняется от нормальной кривой группирования.

Однако максимальное значение (48,4 %) относительной изменчивости отмечено для длины стебля до узла с первым плодом (L1). Этот показатель, по выше отмеченной шкале, относится к очень высокому уровню вариабельности. Для этого линейного признака характерен и наибольший показатель (6,75) частного крайних вариант, при существенном, на различных уровнях значимости, отклонении обоих эмпирических показателей по тому же критерию от нормального распределения.

Вместе с тем, в структуре доли (%) длины стебля (надземной части растения) объединённой выборки (n = 44) сортообразцов этой культуры длина стебля до узла расположения первого плода (L1) занимает небольшую часть. Она значительно (76,3/23,7 = 3,22), в три и более раза уступает составляющей длины остальной совместной плодущей и неплодущей верхней части стебля (L2) (рис. 2). Толщина у основания стебля (D), которая вместе с длиной его (L) относится к ростовым признакам, отличается от последнего незначительной и повышенной относительной изменчивостью (22,5 %), хотя все остальные учтённые здесь показатели или параметры этих двух признаков сравнительно сходны.

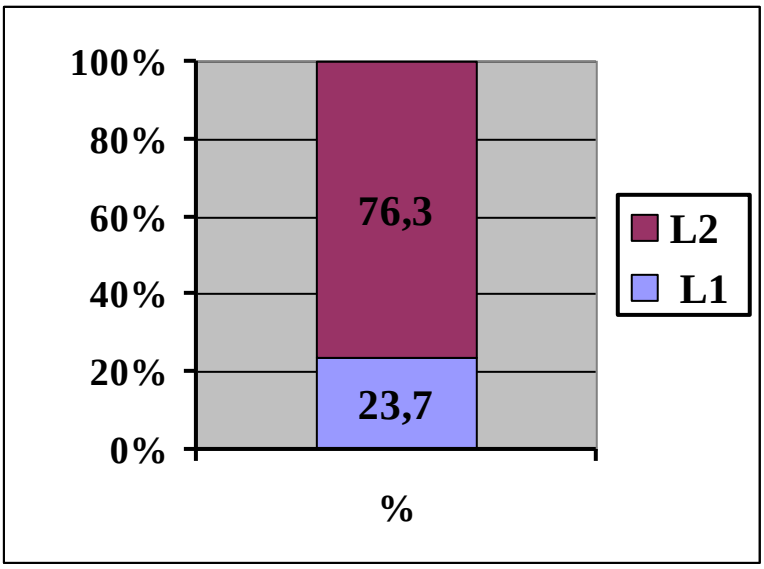


Рисунок 2. Структура длины (%) стебля (надземной части растения) объединённой выборки (n = 44) сортообразцов *V. faba* при интродукции в условиях Низменного Дагестана. L1 – длина стебля до узла расположения первого плода; L2 – длина остальной совместной плодущей и неплодущей верхней части стебля.

Заключение

Таким образом, в условиях Низменного Дагестана (Кумторкалинский район, зимнее пастбище Гунибского р-на, урочище Хумтуп, 50 м высоты над ур. м., С. Ш.– 43º02′45″ и В.Д. – 47º13′50″) был проведен интродукционный анализ сортового материала кормовых бобов – *Vicia faba* L., семена которых были получены из Всероссийского института растениеводства (ВИР) им. Н.И. Вавилова (г. Санкт-Петербург). На основе полученных результатов по вариабельности выделены наиболее устойчивые и пластичные признаки. Среди учтённых линейных признаков наиболее вариабельным оказалась длина стебля до узла с первым плодом, у которого коэффициент вариации составлял

48,4 %. Наименьшей величиной относительной изменчивости (15,9 %) отличается длина растения (стебля) без корня. Также отмечены размерные признаки этой культуры, эмпирические показатели (асимметрия и эксцесс) которых, как по t-критерию Стьюдента существенно отклоняются от нормального распределения, так и таковые носят случайный характер.

Список литературы

1. Биология. Большой энциклопедический словарь. Научное изд-во «Большая Российская энциклопедия». М. 2001, С. 76.
2. Вавилов П.П, Гриценко В.В., Кузнецов В.С. и др. Растениеводство М.: Агропромиздат, 1986. 512 с.
3. Гжесюк Г., Суйка Э. Изучение физиологии созревающих семян кормовых бобов Vicia faba var. minor Beck. // Кормовые бобы за рубежом. М.: Изд-во с.-х. лит-ры, журн. и плакатов, 1962. С. 16-32.
4. Грушка Я. Кормовые бобы // Кормовые бобы за рубежом. М.: Изд-во с.-х. лит-ры, журн. и плакатов, 1962. С. 84-118.
5. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчётов. М.: Наука 1983. 256 с.
6. Коломейченко В.В. Растениеводство. М.: Агробизнесцентр, 2007. — 600 с.

7. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
8. Мамаев С.А. Основные принципы методики исследования внутривидовой изменчивости древесных растений // Индивидуальная и эколого-географическая изменчивость растений. Сб. статей. Свердловск, 1975. С.3–15.
9. Мартынов С.М. Бобы. М.-Л.: Сельхозгиз, 1954. - 32 с.
10. Сельскохозяйственный энциклопедический словарь. М., 1989. С. 492.
11. Флора СССР, XIII, изд-во АН СССР, 1948, С. 474–475.

РАСТЕНИЯ СЕМЕЙСТВА RUTACEAE JUSS. В ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

Хархота Л.В.
Государственное учреждение «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, ДНР
ludmilaharhota@yandex.ru

THE PLANTS OF RUTACEAE JUSS. FAMILY IN THE DENDROLOGICAL COLLECTION OF DONETSK BOTANICAL GARDEN

Kharkhota L.V.
Public Institution «Donetsk Botanical Garden», Donetsk, DPR
ludmilaharhota@yandex.ru

Аннотация. В статье приведены результаты интродукционных исследований представителей семейства Rutaceae Juss. в Донецком ботаническом саду. В дендрологической коллекции Сада с 1970-х гг. интродукцию проходят 5 видов, относящихся к 3 родам. В статье представлена информация о таксономических и номенклатурных изменениях, касающихся объема семейства и ранга изучаемых таксонов, данные о происхождении образцов. Приведены данные о современном состоянии растений в коллекции, их экологических свойствах и возможности выращивания в условиях региона.

Ключевые слова: Донецкий ботанический сад, интродукция, коллекция, Rutaceae, *Phellodendron, Ptelea, Tetradium*.

Abstract. The paper presents results of introduction research on representatives of Rutaceae Juss. family in the Donetsk Botanical Garden. Since the 1970s, five species from three genera have been involved in introduction trials in the dendrological collection of the Garden. This work gives information on taxonomic and nomenclatural changes in terms of family size and studied taxa rank, as well as on specimens' origin. Information on the current state of plants in the collection, their environmental properties and the prospects of growing in the region are given.

Keywords: Donetsk Botanical Garden, introduction, collection, Rutaceae, *Phellodendron*, *Ptelea, Tetradium.*

Согласно современной систематике, семейство Rutaceae Juss. включает 2219 видов вечнозеленых и листопадных деревьев, кустарников и многолетних трав, относящихся к 157 родам (Catalogue of Life, 2022). У представителей семейства в листьях, у некоторых также в коре и плодах, имеются многочисленные железки, содержащие эфирные масла (Деревья и кустарники СССР, 1958). Семейство Rutaceae включает реликтовые виды растений; в его составе множество видов, которые обладают декоративными, техническими, лекарственными, пищевыми и другими, активно используемыми человеком, свойствами.

На территории дендрария Донецкого ботанического сада (ДБС) с 1970-х гг. проводятся интродукционные исследования представителей 3 родов семейства Rutaceae.

Семена растений были получены по делектусам. Несмотря на таксономическую репрезентативность семейства Rutaceae, лабораторией дендрологии ДБС выписывались образцы семян, относящихся только к 3 родам. Это объясняется тем, что многие виды семейства являются представителями флоры тропиков и субтропиков и в зоне умеренного климата могут произрастать только в условиях закрытого грунта.

По результатам ревизии коллекции, проведенной в 2020 – 2021 гг., семейство Rutaceae представлено 5 видами, относящимися к родам *Phellodendron* Rupr., *Ptelea* L. и *Tetradium* Lour.

Род *Phellodendron,* по данным Catalogue of Life, включает 2 вида – *P. amurense* Rupr. и *P. chinense* C.K. Schneid.

P. amurense – один из видов реликтовых растений дальневосточной флоры, естественно произрастает на юго-востоке Амурской области, в Хабаровском и Приморском краях (бассейн рек Амура и Уссури); северо-восточном Китае, Корее в долинах рек, горных лесах на высоте 300 – 400 м над уровнем моря. Имеет большое значение как пробконос, обладает прочной древесиной, медонос, ценное лекарственное растение, широко используемое в китайской медицине (Щепотьев, 1990).

Область распространения *P. chinense* – северо-восточный Китай. В Красном списке МСОП включен в категорию LC (Red List, 2021).

По обменному фонду ДБС были получены и высеяны семена 5 видов –*P. amurense, P. chinense, P. japonicum* Maxim., *P. lavallei* Dode и *P. sachalinense* (F. Schmidt) Sarg. (в базе данных Catalogue of Life три последних из выше перечисленных видов обозначены как внутривидовые таксоны – *P. amurense* var. *japonicum* (Maxim.) Ohwi, *P. a.* var. *lavallei* (Dode) Sprague, *P. a*. var. *sachalinense* Fr. Schmidt). Сеянцы из интродукционного питомника были высажены на постоянное место произрастания в экспозиции дендрария «Рутовые», приживаемость саженцев составила 68%, однако, по данным рабочих документов лаборатории дендрологии, в засушливый летний период 1979 и 1981 гг., когда температура воздуха превышала 35°С, у саженцев наблюдались деформация и потемнение листьев с последующим их опаданием и гибель растений. В «Каталоге растений ДБС» (Каталог, 1988) приводится информация о наличии в коллекции 97 экземпляров *P. amurense* (интродукционные центры – Мариупольская лесная научно-исследовательская станция, Донецкая обл., Украина; Национальный дендрологический парк «Софиевка» НАНУ, г. Умань, Украина; Ботанический сад Самарского университета, г. Самара, Российская Федерация (РФ)), 4 экз. *P. chinense* (семена Мещерского дендрария, Липецкая обл., РФ), 4 экз. *P. japonicum* (семена Национального ботанического сада им. Н.Н. Гришко НАН Украины, г. Киев), 1 экз. *P. lavallei* (семена ботанического сада Торонто, Канада) и 1 экз. *P. sachalinense* (семена репродукции ботанического сада Балтийского федерального университета имени Иммануила Канта, г. Калининград, РФ). Последняя информация о составе коллекции видов рода *Phellodendron* в рабочих материалах лаборатории дендрологии датируется 2010 годом, когда в дендрарии было отмечено 43 дерева *P. amurense*, состояние 16 из которых оценено как «удовлетворительное», остальных – «неудовлетворительное» и «сухостой». При ревизии коллекции в 2021 г. обнаружено единственное дерево *P. amurense* в возрасте 50 лет, находящееся в угнетенном, ослабленном состоянии. Высота дерева 6 м, один ствол сухой, другой диаметром 17 см, с толщиной пробки 2,5 см, поврежден многочисленными глубокими морозобоинами. Крона ажурная, большие непарноперистые нежно-зеленые (голубоватые с нижней стороны) листья при растирании имеют специфический запах, пепельно-серая кора мягкая, бархатистая на ощупь. Самосева нет. В 2020 – 2021 гг. цветения не наблюдалось.

В регионе *P. amurense* культивируется лишь в Мариупольской лесной научно-исследовательской станции. *P. amurense* лучше растет на плодородных, хорошо

дренированных почвах, выносит чрезмерное увлажнение, но не выдерживает засух в южных районах, повреждается поздними весенними и ранними осенними заморозками (Калініченко, 2003). Поэтому его выращивание в промышленных масштабах в условиях Донецкого региона затруднительно.

Род *Ptelea,* согласно Catalogue of Life, включает 3 вида: *P. aptera* Parry, *P. crenulata* Greene и *P. trifoliata* L. – кустарники или небольшие деревья, произрастающие в Северной Америке.

Изучение видов рода *Ptelea* в ДБС начато в 1970-х гг. По рабочим материалам лаборатории дендрологии, саженцы перечисленных в таблице 1 видов были высажены в экспозиции «Рутовые», их приживаемость составила 78%. В зимний период в 1976 г. погибли трехлетние саженцы *P. serrata* Small. (Интродукция…, 1990).

Название вида *P. baldwinii* Torr. & A. Gray в Catalogue of Life приведено как сомнительный синоним для *P. trifoliata* var. *baldwinii* (Torr. & A. Gray) D.B. Ward, в некоторых интернет-базах *P. baldwinii* рассматривается как синоним *P. crenulata* (Trees and Shrubs Online). Вид *P. isophylla* Greene отсутствует в базе Catalogue of Life, в других таксономических базах (VASCAN, GBIF) данный вид рассматривается как синоним *P. trifoliata* или *P. trifoliata* subsp. *trifoliata*.

В коллекции ДБС для вышеуказанных таксонов приняты названия, под которыми был получен их посадочный материал.

Таблица 1. Итоги мобилизации видов рода *Ptelea* L. в Донецком ботаническом саду

Исходное видовое название интродукционного образца	Название таксона по Catalogue of Life*	Год поступления образца, интродукционный пункт**	Количество высаженных растений в коллекции, экземпляров (экз.)
Ptelea baldwinii Torr. & A. Gray	сомнительный синоним для *Ptelea trifoliata* L. var. *baldwinii* (Torr. & A. Gray) D. B. Ward	1974, Берлин-Далем	18
P. isophylla Greene	–		10
P. lutescens Greene	*P. trifoliata* var. *lutescens* (Greene) V. Bailey		11
P. serrata Small	*P. trifoliata* subsp. *trifoliata*	1973, Самара, 1973, Рига	15
P. trifoliata L.	*P. trifoliata* L.	1970, Ростов-на-Дону, 1970, Киев	17

Примечания:

1. * - знак «–» обозначает отсутствие информации о таксоне в Catalogue of Life.

2. ** - интродукционные пункты: Берлин-Далем, Ботанический сад и ботанический музей (Германия); Киев, Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины; Рига, Ботанический сад Латвийского Университета (Латвия); Ростов-на-Дону, Ботанический сад Южного федерального университета (Российская Федерация (РФ)); Самара, Ботанический сад Самарского университета (РФ).

При ревизии коллекции в 2021 г. выявлено 3 вида – *P. baldwinii, P. isophylla* и *P. trifoliata*. Куртины видов рода *Ptelea* в дендрарии обрамляют коллекционные насаждения растений рода *Catalpa* Scop. Загущенность сорной адвентивной растительностью, сомкнутость крон соседних кустарников затрудняют доступ и

возможность точного подсчета количества сохранившихся экземпляров видов рода *Ptelea*. Возраст кустарников видов рода *Ptelea* превышает 40 лет. Их жизненное состояние оценено как «хорошее». Декоративны округлой формой кроны из оригинальных, тройчатых, блестящих, зеленых листьев. Цветки мелкие, зеленовато-желтоватые, звездчатые, но особенно эффектны многочисленные плоды-крылатки в плотных пучках, похожие на плоды вяза, с ароматом хмеля при растирании, украшающие куст до наступления зимы. Самым низкорослым из видов рода *Ptelea* в коллекции ДБС является *P. baldwinii* – высота 1,5-1,6 м. Высота кустарников *P. isophylla* составляет 2-2,2 м, *P. trifoliata* – до 3 м. *P. baldwinii* отличается от других видов не только меньшей высотой куста, но и более мелкими и узкими листьями, часто опушенными с нижней стороны, остроконечными с округлым основанием крылатками (рис. 1, А). У *P. isophylla* крылатки имеют овальную форму (рис. 1, Б).

Рисунок 1. Листья и плоды *Ptelea baldwinii* Torr. & A. Gray (А) и *P. isophylla* Greene (Б) коллекции Донецкого ботанического сада (гербарий)

Не выявлен нами в коллекции вид *P. lutescens*. Согласно схематическому плану экспозиций, группа растений данного вида располагалась по опушке насаждений *Phellodendron amurense.* На момент ревизии эти насаждения нами не обнаружены, вероятно, они пострадали от несанкционированной застройки, в результате которой сократилась площадь экспозиции. По этой же причине не обнаружена групповая посадка *P. trifoliata.* Отдельные экземпляры *P. trifoliata*, вероятно, самосевного происхождения, спорадически встречаются на территории коллекционного участка. Вид *P. trifoliata* включен в состав адвентивной фракции дендрофлоры Донбасса как колонофит-эпекофит, эргазиолипофит (Остапко, Еременко, 2010). Отмечен в Красном списке МСОП в категории LC как вид, имеющий широкое распространение и большую численность и не вызывающий опасения (Red List, 2021).

Род *Tetradium*, согласно Catalogue of Life, включает 9 видов. Ранее некоторые виды рода *Tetradium* были включены в состав рода *Euodia* J.R.Forst. & G.Forst. (Деревья и кустарники…, 1958).

В экспозиции «Рутовые» в 1970-е гг. было высажено 22 саженца *Tetradium daniellii* (Benn.) T.G. Hartley (прежнее название вида – *Euodia daniellii* Hemsl. ex Forb. & Hemsl.). Из рабочих материалов лаборатории дендрологии известно, что семена поступали по делектусам из интродукционных центров Узбекистана, Украины, Туркмении, России, Венгрии, Германии, Канады, однако информации о происхождении высаженных в коллекции растений нет. В 1978 г. коллекция пополнилась 70 саженцами, выращенными из семян, поступивших из Тбилисского ботанического сада под названием *Euodia hupehensis* Dode (согласно Catalogue of Life также синоним для *Tetradium daniellii*). При ревизии

коллекции в 2020 – 2021 гг. нами выявлены 4 экземпляра. Это многоствольные деревья, самое высокое до 4 м высотой, крона начинается на высоте 80 см над землей (рис. 2, слева). На стволах деревьев отмечены морозобоины. Одно дерево находится в хорошем состоянии, у остальных деревьев отсутствуют основные стволы, однако от пней развилась мощная поросль. Очень декоративны большие сложные листья, состоящие из 5-11 темно-зеленых блестящих листочков, имеющих при растирании специфический резкий запах. В 2020 – 2021 гг. цветение наблюдалось только у одного, самого крупного, экземпляра в конце июня – июле. Цветение обильное, мелкие беловатые цветки собраны в широкопирамидальные зонтики до 12 см в диаметре. Плодоношение в сентябре – октябре. Плоды выглядят эффектнее цветков – яркие красно-фиолетовые гроздья коробочек с блестящими мелкими черными семенами (рис. 2, справа).

Рисунок 2. Общий вид (рисунок слева) и ветви с листьями и плодами (рисунок справа) *Tetradium daniellii* (Benn.) T.G. Hartley в коллекции Донецкого ботанического сада

Вид *Tetradium daniellii* отмечен в Красном списке МСОП в категории LC как вид, не вызывающий опасения (Red List, 2021). Является ценным медоносным растением. Засухоустойчив, подмерзает в холодные зимы.

Таким образом, в 2021 г. семейство Rutaceae представлено в коллекции ДБС 5 видами, относящимися к 3 родам. Виды рода *Ptelea* перспективны для использования в озеленении региона – в насаждениях парков и скверов в групповых и солитерных посадках, а также в качестве подлеска под высокими древесными породами с ажурной кроной. В экологических условиях региона использование в озеленении *Phellodendron amurense* и *Tetradium daniellii* возможно при условии соблюдения агротехнического ухода.

Список литературы

1. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. Т. IV. Покрытосеменные. Семейства Бобовые – Гранатовые / Ред. тома д-р биолог. наук, проф. С.Я. Соколов. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958. 976 с.

2. Калініченко О.А. Декоративна дендрологія: Навч. посіб. Київ: Вища школа, 2003. 199 с.
3. Интродукция и использование в народном хозяйстве новых видов древесных растений: отчет о НИР (заключ.) / Донецкий ботанический сад АН УССР; рук. Поляков А.К.; исполн.: Поляков А.К., Малюгин И.Е., Олейник Н.А. [и др.]. Донецк, 1990. 97 с. № ГР 01.87.0002886. Инв. № 02910014476.
4. Каталог растений Донецкого ботанического сада: Справ. пособие / Л.Р. Азарх, В.В. Баканова, Р.И. Бурда и др.; под ред. Е.Н. Кондратюка. Киев: Наукова думка, 1988. 528 с.
5. Остапко В.М., Еременко Ю.А. Конспект адвентивной фракции дендрофлоры юго-востока Украины // Промышленная ботаника. 2010. Вып. 10. С. 42–48.
6. Щепотьев Ф.Л. Дендрология: Учеб. пособие. Киев: Выща школа, 1990. 287 с.
7. Catalogue of Life. COL Version: 2022-01-14: [сайт]. URL: http://www.catalogueoflife.org (дата обращения 02.02.2022).
8. Databas of Vascular Plants of Canada (VASCAN): [сайт]. URL: http://data.canadensys.net/vascan (дата обращения 02.02.2022).
9. GBIF | Global Biodiversity Information Facility: [сайт]. URL: https://www.gbif.org (дата обращения: 03.02.2022).
10. The IUCN Red List of Threatened Species 2021-3: [сайт]. URL: https://www.iucnredlist.org/species (дата обращения: 03.02.2022).
11. Trees and Shrubs Online: [сайт]. URL: https://treesandshrubsonline.org (дата обращения: 03.02.2022).

СОХРАНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СТЕПЕЙ В БОТАНИЧЕСКИХ САДАХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ (ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ)

Цицилин А.Н.
Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, г.Москва, Россия
fitovit@gmail.com

CONSERVATION OF THE BIOLOGICAL DIVERSITY OF STEPPES IN THE BOTANICAL GARDENS OF THE NON- CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA (PERSPECTIVES AND PROBLEMS)

Tsitsilin A.N.
All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russia
fitovit@gmail.com

Аннотация. Показано, что создание экспозиций степей в ботанических садах Нечерноземной зоны России является важным, но трудоемким делом для сохранения генетического разнообразия степных видов, в т.ч. редких и исчезающих. Для лучшего красочного эффекта и проведения образовательно-просветительской деятельности эти экспозиции должны иметь размеры не менее 150-200 м2. Рассмотрены существующие способы восстановления степей в зоне их естественного образования: кусками дернины, дернокрошкой, посевом сложных естественных смесей семян многовидовых степных сообществ. Однако, в связи с тем, что степная растительность образуется при более теплом и менее влажном климате, чем в Нечерноземной зоне, то необходимо при обустройстве их экспозиций в нестепном регионе (неподходящих условиях) снижать воздействие неблагоприятных факторов. Создавать участки степей в местах, где не будет наблюдаться

вымокание и выпревание степных видов, т.е. с глубоким залеганием грунтовых вод, на поверхностях с уклоном более 20, хорошо дренированных почвах. Для получения максимальной солнечной радиации степные экспозиции размещать на открытых солнечных местах, на склонах южной экспозиции. Также необходимо проводить раскисление почв путем внесения соответствующих доз извести или доломитовой муки.

Ключевые слова: степи, растительность, виды растений, создание экспозиций, Нечерноземная зона России.

Abstract. It is shown that the creation of steppe expositions in the botanical gardens of the Non-Chernozem zone of Russia is an important but laborious task for preserving the genetic diversity of steppe species, including rare and endangered. For the best colorful effect and educational activities, these expositions should have an area of at least 150-200 m2. Existing methods of restoring steppes in the zone of their natural formation are considered: with pieces of sod, sod crumbs, sowing of complex natural mixtures of seeds of multi-species steppe communities. However, due to the fact that steppe vegetation is formed in a warmer and less humid climate than in the Non-Chernozem zone, it is necessary to reduce the impact of adverse factors when arranging their expositions in a non-steppe region (unsuitable conditions). Create steppe areas in places where wetting and damping of steppe species will not be observed, i.e. with deep groundwater, on surfaces with a slope of more than 20, well-drained soils. To obtain maximum solar radiation, steppe expositions should be placed in open sunny places, on the slopes of the southern exposure. It is also necessary to carry out soil deacidification by using appropriate doses of lime or dolomite dust.

Keywords: steppes, vegetation, plant species, creation of expositions, Non-Chernozem zone of Russia.

Одними из главных задач ботанических садов мира, согласно Глобальной стратегии сохранения растений, являются сохранение в доступных коллекциях предпочтительно в стране происхождения видов растений, находящихся под угрозой исчезновения, и включение таких растений в программы по восстановлению их численности в естественных местообитаниях, а также сохранение генетического разнообразия сельскохозяйственных культур, их диких сородичей и растений, имеющих социально-экономическую ценность, а также поддержание связанных с такими растениями знаний местного населения.

Растения можно сохранять в виде монопосевов/ монопосадок на делянках или в составе сложновидовых композиций/экспозиций. Два этих способа имеют как положительные, так и отрицательные стороны, поэтому в ботанических учреждениях лучше их комбинировать, т.е. использовать оба, в зависимости от поставленных целей. Так, с эстетической, т.е. для привлечения посетителей и образовательно-просветительской точек зрения лучше смотрятся виды, не выращиваемые рядами на регулярно расположенных делянках, а в составе сложновидовых пейзажных композициях неправильной формы. Хотя отдельные виды, ярко цветущие продолжительное время и выращиваемые в монопосевах/монопосадках на большой площади, также имеют высокую привлекательность. Например, лаванда узколистная, иссоп лекарственный, космос дваждыперистый и космос серножелтый, клеома колючая, некоторые виды рода шалфей и др.

Сложновидовые композиции могут в свою очередь нести или только эстетические функции, когда состоят только из декоративно лиственных и красивоцветущих растений, имеющих разное географическое происхождение и в природе вместе никогда не растущих,

или иметь еще образовательно-просветительскую роль, когда высаживаемые/высеваемые виды образуют природные растительные сообщества: леса, луга, степи и т.п.

Создание искусственных фитоценозов, в т.ч. фрагментов ботанико-географических экспозиций является сложной задачей. Но это позволяет существенно расширить видовой состав интродуцентов, т.к. способствует образованию новых экологических ниш. Так, в Главном ботаническом саду РАН, в конце прошлого века, были созданы устойчивые многоярусные многокомпонентные эколого-фитоценотические группы сочетания дальневосточных темнохвойных, лиственничных и хвойно-широколиственных лесов, сибирской темнохвойной тайги; одноярусные многокомпонентные группы в виде европейских ковыльных степей и др. (Трулевич, 1991).

Для Нечерноземной зоны России создание степных экспозиций в ботанических учреждениях является сложным, но важным делом. Степи, а особенности луговые их разновидности, благодаря высокому флористическому богатству, равномерному распределению многих видов и большому их обилию характеризуются чрезвычайно высокой видовой насыщенностью, т. е. большим числом видов на таких небольших площадях, как 100 м^2 и 1 м^2. Степи в смысле видовой насыщенности занимают среди других растительных сообществ умеренной зоны первое место. Особенно в этом отношении выделяются некоторые варианты северных степей, где на 1 м^2 можно найти до 80 видов (Алехин, 1951).

Другим из отличительных свойств степных фитоценозов (растительных сообществ) является быстрая смена физиономических картин (красочных аспектов), зависящая от появления одних цветущих растений и исчезновения других. Общеизвестно классическим описание красочных аспектов (фаз цветения) луговой разнотравной степи в лесостепной зоне впервые приводимое В.В. Алёхиным в начале 20- х годов прошлого века (Алехин, 1926).

Многие виды степной флоры являются редкими и исчезающими, из-за нарушения их местообитаний. В настоящее время степи почти целиком распаханы. Степи распаханы потому, что они занимают наиболее плодородные почвы — черноземы различных типов; сейчас территория бывших степей занята главным образом различными зерновыми культурами. Целинные, т. е. никогда не пахавшиеся степи, сохранились преимущественно по склонам логов, а в некоторых местах и на водоразделах. В структуре современных ландшафтов Черноземной России водораздельные степные комплексы очень редки и сохранились в виде небольших фрагментов, из которых самым крупным является Стрелецкая степь в Центрально-Черноземном заповеднике имени В.В.Алёхина и занимающая площадь 911 га (Бережной и др., 2000). Все это обосновывает важность создания экспозиций степей в ботанических учреждениях различных регионов страны.

И если делянки отдельных видов степной флоры можно создавать общепринятыми способами: посевом семян непосредственно в грунт или через выращивание рассады, а также посадкой целых растений или их частей (деленками, частью корневищ и др.), то экспозиции степей делают основными тремя способами. Эти работы стали осуществляться в нашей стране учеными Ставропольского ботанического сада в конце 50-х и начале 60-х годов 20 века под руководством В.В. Скрипчинского. Восстановление луговой степи проводили кусками дернины размером 0,25 м^2, располагая/высаживая их по разной схеме в шахматном порядке, лентой, всплошную (Скрипчинский и др., 1971).

Дударь Ю.А. занимался совершенствованием подходов к реконструкции уничтоженных степных экосистем с помощью пересадки дерна. Это привело его к использованию дернокрошки, полученной от раздробления дернины, который так же хорошо себя зарекомендовал (Дударь, 1978). Искусственно восстановленные/созданные

путем посева в подготовленную почву сложных естественных смесей семян многовидовых степных сообществ, т.е. рукотворные степи- агростепи (Дзыбов, 2001).

Создаваемые этим путем агростепи не являются портретными копиями настоящих целинных степей, но представляют богатовидовые эрозионно - устойчивые продуктивные полуестественные сообщества, которые включают в своем составе 40 - 60 видов (Абдуллин, Миркин, 1995).

В США и Канаде существует большое количество фирм, торгующих сертифицированными семенами диких видов растений, специально для целей восстановления квазиестественной растительности, в первую очередь восстановления прерий, а также проводящих весь комплекс необходимых работ для выполнения этой задачи. (Prairie restoration, Inc; Prairie restoration, 1992; Laura Phillips-Mao et al, 2017). И восстановление прерий в США началось с 1930х годов. Причем площади восстановленных прерий варьируют от нескольких акров до более чем 10 000 акров (Minnesota Department..., 2000; Harmon-Threatt, 2016).

Проблема состоит в том, что разработки способов и сами работы по восстановлению степей/прерий проводятся в той же зоне где они были или еще остались, а у в Нечерноземной зоне (НЧЗ) РФ наблюдаются совершенно другие почвенно-климатические условия. А ещё Дударь Ю.М. (1978) указывал, что при выборе и изучении в природе эталонного участка для заготовки дерна в целях восстановления степной растительности, необходимо учитывать соответствие природного экотопа условиям произрастания зоны реинтродукции (почву, рельеф, микроклимат, грунтовые воды, а главное — растительность). Поэтому, в связи с тем, что степная растительность образуется при более теплом и менее влажном климате, чем в Нечерноземной зоне, то необходимо при обустройстве их экспозиций в нестепном регионе (неподходящих условиях) снижать воздействие неблагоприятных факторов. Например, для уменьшения выпада степных видов, создавать участки степей в местах где не будет наблюдаться их вымокание и выпревание, т.е. с глубоким залеганием грунтовых вод, на поверхностях с уклоном более 2^0, хорошо дренированных почвах (в противном случае делать дренажный слой из щебня слоем 15-20 см на глубине 40-50 см, а верхний слой почвы перемешивать с крупным речном песком 50-200 кг/м^2). Для получения максимальной солнечной радиации степные экспозиции размещать на открытых солнечных местах, без затенения в любое дневное время суток, на склонах южной экспозиции. Также необходимо проводить раскисление почв путем внесения соответствующих доз извести или доломитовой муки, потому что большинство ботанических учреждений НЧЗ расположены на бедных дерново-подзолистых, а также серых и светло-серых лесных почвах, имеющих повышенную кислотность.

При ознакомлении со степными экспозициями в различных ботанических учреждениях страны и мира выявлено, что довольно сложно поддерживать в них первоначально созданное высокое видовое разнообразие степных представителей, а также оберегать от зарастания сорняками и инвазивными видами. Поэтому, кроме выборочной ручной прополки, особенно интенсивной в первые годы после создания, на больших территориях через 5 или 10 лет необходимо использовать долгосрочные методы содержания, включая сжигание, стравливание, скашивание с оставлением надземной массы на месте и скашивание на сено; все они используются для сохранения видового разнообразия, удаления древесных или инвазивных видов и уменьшения роста сорняков. Несомненно, такие способы управления растительностью, как сжигание и стравливание, являются непривычными или незаконными в городской среде. И хотя сжигание сухой растительности запрещено в нашей стране, но на Среднем Западе США этот способ применяют в более чем 90% местах восстановленных высокотравных прерий (Harmon-

Threatt, 2016). Ряд исследователей считает, что ежегодное скашивание не имеет такого же положительного эффекта как сжигание высохших особей (Prairie Research…).

В ботаническом саду ВИЛАР степные виды, в т.ч. редкие и исчезающие, посеяны или высажены на отдельных делянках в различных экспозициях, что слабо / или совсем не передает масштаб и красоту степной растительности (Цицилин, 2018). Выращиваются устойчивые в Москве, согласно Трулевич Н.В. (1991) виды: адонис весенний, ирис карликовый, ковыль перистый, пион тонколистный, шалфей степной и др. Из всех интродуцированных видов, наиболее длительными декоративными свойствами обладают виды рода ковыль, являющиеся одними из характерных видов степной растительности. Во время их цветения, в течение нескольких недель, степь может напоминать колышущееся серебристое море. В целях создания привлекательной экспозиции степей в 2022-2023 годы будет подготовлен участок, согласно вышеприведенным параметрам, размером около 200 м^2. Одновременно в питомнике будет выращиваться посадочный материал степных видов. В 2024-2025 годах планируется высаживать растения из питомника и природных местообитаний, а также проводить посев смесью семян разных видов, собранных в разное время в степях Европейской части России.

Работа выполнена в рамках темы НИР ФГБНУ ВИЛАР «Формирование, сохранение и изучение биоколлекций генофонда различного направления с целью сохранения биоразнообразия и использования их в технологиях здоровьесбережения» (№ FGUU-2022-0014).

Список литературы

1. Алехин В. В. Растительность Курской губернии. Курск: Советская деревня, 1926. 120 с.
2. Алехин В.В. Растительность СССР в основных зонах. под общей редакцией С. С. Станкова. 2-е изд. М.: СОВЕТСКАЯ НАУКА, 1951. 513 с.
3. Абдуллин М.Р., Миркин Б.М. Опыт создания «агростепей» в Башкирском степном Зауралье // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1995.100 (5). С. 77–84.
4. Бережной А.В., Бережная Т.В., Григорьевская А.Я., Двуреченский В.Н. Степи Центральной Черноземной России: прошлое, настоящее, будущее//Вопросы степеведения. 2000. Т. 2. С. 70-8.1
5. Дзыбов Д.С. Метод агростепей: Ускоренное восстановление природной растительности. Саратов. Научная книга, 2001. 40 с.
6. Дударь Ю.М. Метод искусственного восстановления фитоценозов.// Бюлл. Главного ботанического сада. 1978. №107. С.71-76.
7. Скрипчинский В.В., Танфильев В.Г., Дударь Ю.А., Пешкова Л.И., Искусственное восстановление первичных типов растительности как основной части природных биоценозов.// Ботанический журнал. 1971. Т.56. №12 С. 1725-39.
8. Трулевич Н.В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений. М.: Наука, 1991. 216 с.
9. Цицилин А.Н. Особенности пополнения биоколлекций Ботанического сад лекарственных растений ВИЛАР за последние 20 лет. / Перспективы лекарственного растениеведения. Материалы Межд. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения профессора Алексея Ивановича Шретера. Москва, 01–02 ноября 2018 года. М.: Изд-во ВИЛАР, 2018. С. 75-80.
10. Harmon-Threatt Alexandra. Common Methods for Tallgrass Prairie Restoration and Their Potential Effects on Bee Diversity // Natural Areas Journal. Vol 36 (4). 2016 400–411 p.

11. Laura Phillips-Mao, Steve Chaplin, Marybeth Block, Susan Galatowitsch Restoring your Crop Field to “Conservation Prairie”. The Nature Conservancy. January 1. 2017. 8 p.
12. Minnesota Department of Natural Resources Section of Ecological Services Scientific and Natural Areas Program. 2000. 53 p.
13. Prairie restoration, Inc. https://www.prairieresto.com
14. Prairie restoration: A 25-year perspective on establishment and management by Peter Schramm. in Proceedings of the Twelfth North American Prairie Conference, edited by Daryl D. Smith and Carol A. Jacobs. University of Northern Iowa, Cedar Falls1992. P. 169 – 177.
15. Prairie Research Institute https://www.inhs.illinois.edu/animals-plants/prairie/tallgrass/restoration/

ОЦЕНКА ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ОДНОЛЕТНИХ КУЛЬТУР В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ В УНЦ «БОТАНИЧЕСКИЙ САД» СГУ

Шакина Т.Н., Климова М.А.
Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского,
Учебно-научный центр «Ботанический сад» СГУ, г. Саратов, Россия
shakinatn@mai.ru

EVALUATION OF SEED GENERATING OF SOME ANNUAL CROPS UNDER LABORATORY CONDITIONS IN THE ERC "BOTANICAL GARDEN" SSU

Shakina T.N., Klimova M.A.
Saratov State University it. N.G. Shernyshevsky,
The Educational Centre "Botanical Garden", Saratov, Russia
shakinatn@mail.ru

Аннотация. Важнейшими показателями, характеризующими качество семян, являются всхожесть и энергия прорастания. Эти показатели дают возможность определить долговечность семян и сроки, в течение которых они могут храниться в банке семян, сохраняя свою жизнеспособность. Проведена оценка всхожести и энергии прорастания 27-ми видо- и сортообразцов однолетних культур из 11-ти семейств (сем. *Asteraceae* Bercht. &J. Presl: *Ageratum houstonianum* Mill. cv. ‘Голубое море’; *Gazania rigens* (L.) Gaertn. cv. ‘Русский размер’; *Dahlia x cultorum* Thorsr. et Reiscv. ‘Веселые ребята’; *Gaillardia pulchella* Foug.; *Dimorphotheca sinuate* DC.; *Helianthus annuus* L. cv. ‘Медвежонок’; *Cosmos bipinnatus* Cav. cv. ‘Садовая ромашка’; *Emilia coccinea* (Sims) G. Don; *Osteospermum ecklonis* (DC.) Norl.; *Tithonia rotundifolia* (Mill.) S.F. Blake cv. ‘Пастуший костер’; *Tagetes erecta* L. cv. ‘Купидон’; *Chrysanthemum carinatum* Schousb.; сем. *Scrophulariaceae* Juss.: *Antirrhinum majus* L. cv. ‘Скарлетт’; *A. Majus* cv. ‘Crimson Velvet’; сем. *Boraginaceae* Juss.: *Anchusa officinalis* L.; сем. *Verbenaceae* J.St.-Hil.: *Verbena bipinnatifida* (Nutt.) Nutt.; сем. *Amaranthaceae* Juss.: *Gomphrena globosa purpurea* L.; *Celosia argentea var. cristata* (L.) Kuntze; сем. *Euphorbiaceae* Juss.: *Ricinus communis* L.; сем. *Lythraceae* J.St.-Hil.: *Cuphea lanceolata* W.T. Aiton; сем. *Malvaceae* Juss.: *Lavatera trimestris* L. cv. ‘Садовая роза’; сем. *Nyctaginaceae* Juss.: *Mirabilis jalapa* L. cv. ‘Rosea’; сем. *Solanaceae* Juss.: *Nierembergia hippomanica* var. Violacea Miers; *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn.; *Salpiglossis sinuata* Ruiz &Pav.; *Nicotiana alata* Link & Otto cv. ‘Российский флаг’; сем. *Portulacaceae* Juss.: *Portulaca grandiflora* Hook.) в лабораторных условиях в УНЦ «Ботанический сад» СГУ.

Ключевые слова: всхожесть, энергия прорастания, однолетние культуры, биологическое разнообразие, лабораторные условия.

Abstract. The most important indicators characterizing the quality of seeds are germination and germination energy. These indicators make it possible to determine the longevity of seeds and the period during which they can be stored in a seed bank, while maintaining their viability. Germination and germination energy of 27 species of annual crops from 11 families (family *Asteraceae* Bercht. & J. Presl: *Ageratum houstonianum* Mill. cv. 'Blue Sea'; *Gazania rigens* (L.) Gaertn. cv. 'Russian Size'; *Dahlia x cultorum* Thorsr. et Reis cv. 'Merry Fellows'; *Gaillardia pulchella* Foug.; *Dimorphotheca sinuata* DC.; *Helianthus annuus* L. cv. 'Bear Cub'; *Cosmos bipinnatus* Cav. cv. 'Garden Chamomile'; *Emilia coccinea* (Sims) G. Don; *Osteospermum ecklonis* (DC.) Norl.; *Tithoni arotundifolia* (Mill.) SF Blake cv. 'Shepherd's fire'; *Tagetes erecta* L. cv. 'Cupid'; *Chrysanthemum carinatum* Schousb.; family *Scrophulariaceae* Juss.: *Antirrhinum majus* L. cv. 'Scarlett'; *A. majus* cv. 'Crimson Velvet'; family *Boraginaceae* Juss.: *Anchusa officinalis* L.; family *Verbenaceae* J.St.-Hil.: *Verbena bipinnatifida* (Nutt.) Nutt.; family *Amaranthaceae* Juss.: *Gomphrena globosa* purpurea L.; *Celosia argenteavar. cristata* (L.) Kuntze; family *Euphorbiaceae* Juss.: *Ricinus communis* L.; family *Lythraceae* J.St.-Hil.: *Cuphealanceolata* W.T. Aiton; family *Malvaceae* Juss.: *Lavatera trimestris* L. cv. 'Garden rose'; family *Nyctaginaceae* Juss.: *Mirabilis jalapa* L. cv. 'Rosea'; family *Solanaceae* Juss.: *Nierembergia hippomanica* var. Violacea Miers; *Nicandraphysalodes* (L.) Gaertn.; *Salpiglossis sinuata* Ruiz &Pav.; *Nicotiana alata* Link & Otto cv. 'Russian flag'; family *Portulacaceae* Juss.: *Portulaca grandiflora* Hook.) in the laboratory conditions in the ERC "Botanical Garden" SSU.

Keywords: germination, germination energy, annual plants, biodiversity, laboratory conditions.

Сохранение биологического разнообразияявляется актуальной проблемой современной ботаники. Одним из способов его сохранения является создание банковдолговременного хранения семян. Хранение генетического материала в виде семян является распространенными эффективным способом охраны *ex situ*. Семенам каждого вида свойственна жизнеспособность в течение определенного периода времени. Это свидетельствует о том, что семена обладают определенной долговечностью, которая зависит от внутренних свойств, присущих данному виду и сорту, и от влияния внешних условий. В связи с этим данные о всхожести, характере прорастания семян и их долговечности дают возможность рационально планировать и использовать семенные фонды (Андросова и др., 2019). Проблемой долговечности семян растений при разных условиях хранения занимались многие авторы (Борисова, 1998; Фомина, 2008; Левицкая, 2017). Однако сведений о длительности сохранения жизнеспособности семян однолетних травянистых растений в Саратовском Поволжье недостаточно.

Целью работы являлось оценка всхожести и энергии прорастания семян в лабораторных условиях некоторых образцов растений с однолетним циклом развития, входящих в состав коллекции однолетних культур отдела ИЦДК УНЦ «Ботанический сад» СГУ. Материалом для исследования послужили 27 видо- и сортообразцов из 11-ти семейств (сем. *Asteraceae* Bercht. & J.Presl: *Ageratum houstonianum* Mill. cv. 'Голубое море'; *Gazania rigens* (L.) Gaertn. cv. 'Русский размер'; *Dahlia x cultorum* Thorsr.et Reis cv. 'Веселые ребята'; *Gaillardia pulchella* Foug.; *Dimorphotheca sinuate* DC.; *Helianthus annuus* L. cv. 'Медвежонок'; *Cosmos bipinnatus* Cav. cv. 'Садовая ромашка'; *Emilia coccinea* (Sims) G. Don; *Osteospermum ecklonis* (DC.) Norl.; *Tithonia rotundifolia* (Mill.) S.F. Blake cv. 'Пастуший костер'; *Tagetes erecta* L. cv. 'Купидон'; *Chrysanthemum carinatum* Schousb.; сем. *Scrophulariaceae* Juss.: *Antirrhinum majus* L. cv. 'Скарлетт'; *A. Majus* cv. 'Crimson Velvet'; сем. *Boraginaceae* Juss.: *Anchusa officinalis* L.; сем. *Verbenaceae* J.St.-Hil.: *Verbena bipinnatifida* (Nutt.) Nutt.; сем. *Amaranthaceae* Juss.: *Gomphrena globosa purpurea* L.; *Celosia argentea var. cristata* (L.) Kuntze; сем. *Euphorbiaceae* Juss.: *Ricinus communis* L.; сем.

Lythraceae J.St.-Hil.: *Cuphea lanceolata* W.T. Aiton; сем. *Malvaceae* Juss.: *Lavatera trimestris* L. cv. ‘Садовая роза’; сем. *Nyctaginaceae* Juss.: *Mirabilis jalapa* L. cv. ‘Rosea’; сем. *Solanaceae* Juss.: *Nierembergia hippomanica* var. Violacea Miers; *Nicandra physalodes* (L.) Gaertn.; *Salpiglossis sinuata* Ruiz &Pav.; *Nicotiana alata* Link & Otto cv. ‘Российский флаг’; сем. *Portulacaceae* Juss.: *Portulaca grandiflora* Hook.). Для изучения были взяты семена, собранные с коллекционных растений в период с 2006 по 2020 г.Образцы семян хранились в лабораторных условиях в бумажных пакетах.

Определение всхожести и энергии прорастания проводили с семенами одного образца. Семена без какой-либо предварительной обработки закладывались на проращивание в чашки Петри в двух повторностях по 50 штук на увлажненную, обработанную в автоклаве фильтровальную бумагу, при естественном освещении в условиях комнатной температуры (22- 25º С) в соответствии с общепринятой методикой (Шилова и др., 2007). Увлажняли ложе дистиллированной водой по мере необходимости через 1–2 дня. Семя считали проросшим при наличии корешка, размер которого равен длине семени. Подсчет проросших семян проводился ежедневно. Определение всхожести и энергии прорастания считали завершенным по истечению 30 дней от последнего прорастания семени. Согласно общепринятой методике определяли: продолжительность периода от момента закладки семян на проращивание до начала их прорастания; срок учета энергии прорастания (минимальное время, за которое прорастает большая часть семян); срок, за который прорастают все семена в пробе, способные прорасти; величину энергии прорастания и всхожесть семян (Шилова и др., 2007). Всхожесть оценивали по отношению количества проросших семян к количеству заложенных на проращивание, выраженному в процентах.

Таблица. Средние данные по оценке всхожести и энергии прорастания семян изученных видо- и сортообразцов однолетних культур.

Название видо-илисортообразца	Период до начала прорастания, дни	Период учета энергии, дни	Продолжи-тельность прораста-ния, дни	Энергия прорастания семян, %	Всхожесть, %
Asteraceae Bercht. & J.Presl					
A. houstonianum cv. ‘Голубое море’	3,7±2	4,5±1	**18,0±1**	46,2±2	**85,2±3**
G. rigens cv. ‘Русский размер’	5,2±1	5,7±1	6,3±2	16,8±1	32,5±2
D. x cultorum cv. ‘Веселые ребята’	3,8±2	4,8±1	**5,2±3**	48,7±2	68,0±1
G. pulchella	4,1±2	5,8±1	6,2±3	20,0±3	29,0±2
D.sinuata	6,0±1	7,0±1	8,5±2	19,4±2	36,7±3
H. annuus cv. ‘Медвежонок’	4,0±2	4,7±1	6,6±3	36,9±1	53,9±2
C. bipinnatus cv. ‘Садовая ромашка’	4,8±1	5,1±2	7,3±1	21,1±3	30,6±3
E. coccinea	5,0±1	7,2±2	8,2±3	37,5±1	52,8±2
O. ecklonis	**3,0±1**	**4,1±2**	6,3±2	31,3±1	38,0±1

T .rotundifolia cv. ‘Пастуший костер’	3,5±1	4,6±2	9,1±1	30,8±2	50,0±3
T. erecta. cv. ‘Купидон’	3,9±2	4,3±1	7,6±1	31,9±3	45,3±3
C. carinatum	3,5±1	5,5±2	9,3±2	15,5±2	27,4±1
Scrophulariaceae Juss.					
A. majus cv. ‘Скарлетт’;	5,0±1	6,0±2	9,0±1	51,0±3	**85,2±2**
*A. majus*cv. ‘Crimson Velvet’	5,0±2	6,5±2	13,0±2	43,3±1	61,0±1
Boraginaceae Juss.					
A. officinalis	5,4±2	7,2±1	12,0±2	10,6±3	26,4±2
Verbenaceae J.St.-Hil.					
V. bipinnatifida	5,8±1	7,5±1	9,2±2	**1,8±1**	**4,7±3**
Amaranthaceae Juss.					
G. globosapurpurea	5,2±2	6,4±2	9,8±1	18,3±3	38,0±3
C. argentea var. cristata	3,8±1	5,5±2	13,3±1	48,8±2	75,9±2
Euphorbiaceae Juss.					
R. communis	6,9±1	8,6±2	10,9±3	22,1±1	55,7±2
Lythraceae J.St.-Hil.					
C. lanceolata	4,6±2	6,0±2	9,1±3	22,6±2	34,9±2
Malvaceae Juss.					
L. trimestris cv. ‘Садовая роза’	4,2±2	6,3±2	9,1±3	6,0±1	18,6±1
Nyctaginaceae Juss.					
M. jalapa cv. ‘Rosea’	4,7±1	5,1±2	7,4±3	32,1±2	65,0±1
Solanaceae Juss.					
N. hippomanica var. Violacea	**7,0±1**	**9,3±2**	11,7±2	12,9±1	27,6±1
N. physalodes	4,5±2	4,4±2	6,3±3	**51,6±1**	56,4±1
S. sinuata	4,1±2	5,5±2	14,0±3	26,2±2	61,4±1
N. alata cv. ‘Российский флаг’	4,8±1	5,7±1	14,5±3	32,7±2	50,5±2
Portulacaceae Juss.					
P. grandiflora	4,8±2	5,7±3	8,5±3	45,4±1	61,1±2

С момента закладки семян во влажную камеру и до начала прорастания в комнатных условиях у изученных образцов в среднем проходило от 3,0 до 7,0 дней (табл.). Продолжительность периода прорастания варьировала от 5,2 до 18,0 дней. Срок учета энергии прорастания семян определяется средним минимальным количеством дней, в течение которых прорастает максимум семян (Фирсова, 1969). Как видно из таблицы этот

период составлял в среднем от 4,1 до 9,3 дней. Максимальная энергия прорастания составила 51,6 %, а минимальная – 1,8%; наибольшая всхожесть семян достигала 85,2 %, наименьшая – 4,7 %. Для основной массы семян изученных образцов было характерна высокая начальная всхожесть, сохраняющаяся на протяжении от 3 до 8-ми лет. Среди изученных образцов семейства *Asteraceae* Bercht. & J.Presl наибольшей энергией прорастания обладали *A. houstonianum* cv. 'Голубое море' и *D. x cultorum* cv. 'Веселые ребята', которые имели и самую высокую всхожесть (табл.). В семействе *Solanaceae* Juss. наибольшая энергия прорастания была у *N. physalodes*, а всхожесть – у *S. sinuate*. На основании полученных результатов можно отметить изменение не только лабораторной всхожести семян, но и динамики их прорастания. Также зарегистрировано, что с увеличением времени хранения увеличивался как период до начала прорастания, так и сама скорость прорастания.

В результате проделанной работы были получены предварительные данные о всхожести и энергии прорастания семян изученных видо- и сортообразцов однолетних культур, которые могут внести определенный вклад в формировании базы данных банка семян. Предполагается дальнейшее изучение особенностей хранения семян однолетних культур и определения динамики их всхожести в процессе хранения в зависимости от внутренних особенностей видов и сортов и внешних условий каждого вегетационного периода.

Список литературы

1. Андросова Д.Н., Данилова Н.С., Борисова З.С. Влияние сроков хранения на всхожесть и характер прорастания семян некоторых полезных растений Якутии // Растительные ресурсы, 2019. Т. 55, № 3. С. 353-361.
2. Борисова И.В. О долговечности семян некоторых степных и пустынных растений Казахстана и Монголии // Ботанический журнал, 1998. № 83(6). С. 55–65.
3. Левицкая Г.Е. Влияние температуры хранения на семена дикорастущих видов. 3. Семена с морфологическим и морфофизиологическим покоем // Растительные ресурсы, 2017. № 53(1). С. 39–50.
4. Фирсова М.К. Семенной контроль. М., 1969. 295 с.
5. Фомина Т.И. Длительность хранения семян декоративных видов природной флоры // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2008. № 12. С. 31–35.
6. Шилова И. В., Панин А. В., Кашин А. С., Машурчак Н. В., Бердников А. В., Соловьёва М. В. Методы интродукционного изучения лекарственных растений: учеб.-метод. пособие для студентов биол. фак. Саратов: ИЦ «Наука», 2007. 45 с.

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ, ОБЛАДАЮЩИЕ АНТИМИКРОБНЫМИ И ПРОТИВОВИРУСНЫМИ СВОЙСТВАМИ, В КОЛЛЕКЦИИ ГУ «ДОНЕЦКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД»

Шпилевая Н.В.
ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк
shnv73@ukr.net

MEDICINAL PLANTS WITH ANTIMICROBIAL AND ANTIVIRAL PROPERTIES IN THE PI «DONETSK BOTANICAL GARDEN» COLLECTION

Shpilevaya N.V.
PI "Donetsk Botanical Garden", Donetsk
shnv73@ukr.net

Аннотация. В статье дана характеристика лекарственных растений, обладающих антимикробными и противовирусными свойствами, выращиваемых в коллекции лекарственных растений ГУ «Донецкий ботанический сад». Приведены данные об их фармакологическом действии, интродукционных исследованиях в ГУ «Донецкий ботанический сад», перспективности выращивания в культуре с целью получения лекарственного сырья.

Ключевые слова: лекарственные растения, антимикробные, противовирусные, фитотерапия, интродукция.

Abstract. The paper gives characteristics for medicinal plants with antimicrobial and antiviral properties grown in the collection of medicinal plants of the PI «Donetsk Botanical Garden». The data on their pharmacological action, introduction studies in the PI «Donetsk Botanical Garden», the prospects of cultivation in culture in order to obtain medicinal raw materials are presented.

Keywords: medicinal plants, antimicrobial, antiviral, phytotherapy, introduction.

Под влиянием неблагоприятных факторов окружающей среды снижается местный и общий иммунитет человека, увеличивается распространение антибиотико-резистентных штаммов возбудителей заболеваний, возрастает количество аллергических реакций на синтетические медикаменты (Шпилевая, 2017). Многие лекарственные растения содержат в своем составе биологически-активные вещества, обладающие антимикробным и противовирусным эффектом, которые действуют на организм избирательно и не подавляют иммунитет. Развитие фитотерапии способствует решению актуальной проблемы поиска и внедрения лекарственных средств на основе растений, оказывающих подобный лечебный эффект и обладающих щадящим действием одновременно.

Ботанические сады, как научные центры интродукционных исследований, играют важную роль в изучении, интродукции и акклиматизации лекарственных растений. В ГУ «Донецкий ботанический сад» (ГУ «ДБС») проводится интродукционное испытание и изучение некоторых лекарственных растений, коллекция которых представлена 178 видами, относящимися к 140 родам и 54 семействам. Практически все виды применяются в народной медицине; фармакопейными являются 38 видов, 20 – используются в гомеопатии (Шпилевая, 2019; Шпилевая, 2021).

ГУ «Донецкий ботанический сад», расположен в границах степной зоны центральной части Донецкой возвышенности, в условиях умеренно континентального климата с выраженными засушливо-суховейными явлениями, ранними осенними и поздними весенними заморозками, низкими температурами или оттепелями в зимний период при

отсутствии снежного покрова, высокими температурами воздуха в сочетании дефицитом влаги и суховеями в весенне-летний период. Почва на участке лекарственных растений – обыкновенный чернозём на лёссовидном суглинке (Шпилевая, 2021), полив растений производится только в период укоренения после посадки.

При лечении и профилактики заболеваний, вызванных патогенными микроорганизмами, используют растения и лекарственные средства на их основе, фармакологическое действие которых определяется содержанием флавоноидов (вещества, активные в отношении микробов), фитонцидов (обеспечивают противовирусные и бактерицидные свойства, подавляют развитие бактерий, грибов), гликозида аукубина (замедляет рост патогенных микроорганизмов) (Бандюкова, 1990).

Так, в коллекции лекарственных растений ГУ «ДБС» произрастают следующие виды, обладающие антимикробным и противовирусным действием.

Антисептическим действием обладает *Ambrosia artemisiifolia* L. – адвентивный вид, является карантинным сорняком, в ГУ «ДБС» произрастает в коллекции лекарственных растений и как сорный, засухо- и зимоустойчив, в народной медицине используют для лечения заболеваний кожных покровов в качестве наружного средства.

Arctium lappa L. – повсеместно распространенный в Донбассе вид, в условиях интродукции ГУ «ДБС» засухоустойчив. Растения, выращиваемые в коллекции с целью получения семенного материала, ежегодно цветут и дают полноценные семена. Лекарственное сырье в виде корней и листьев (содержит флавоноиды, обеспечивающие антимикробное действие растения) заготавливается в первый год вегетации растений. Вид может быть рекомендован для выращивания в культуре с целью получения фитосырья.

Armoracia rusticana L. – лекарственное и пищевое растение, культивируется повсеместно, изредка дичает. В ГУ «ДБС» произрастает в коллекции лекарственных растений и как сорный. Обладает сильным антисептическим, бактериостатическим и противовоспалительным действием, которое обеспечивает вещество лизоцим. Вид перспективен для выращивания в культуре с целью получения фитосырья.

Виды рода полынь (*Artemisia absinthium* L., *Artemisia dracunculus* L., *Artemisia vulgaris* L. полынь обыкновенная) содержат флавоноиды, обеспечивающие антимикробное действие растений. В ГУ «ДБС» засухо- и морозоустойчивы, ежегодно цветут и плодоносят, перспективны для выращивания в культуре для получения лекарственного сырья.

Berberis vulgaris L. – алкалоиды и дубильные вещества, входящие в состав растения обуславливают его антисептическое действие. В ГУ «ДБС» кроме коллекции лекарственных растений входит также в состав коллекций и экспозиций лаборатории дендрологии и отдела культурной флоры, изредка дичает в лесопосадках и древесно-кустарниковых экспозициях. Вид засухо- и морозоустойчив, перспективен для выращивания с целью получения лекарственного растительного сырья.

Bergenia crassifolia (L.) Fritsch. – все части растения содержат дубильные вещества и флавоноиды, обуславливающие антисептическое, вяжущее, противовоспалительное действие. Вид не является аборигенным для флоры Донбасса, интродуцирован и выращивается только в культуре, требователен к увлажнению, теневыносливо. В коллекции лекарственных видов ГУ «ДБС» растения имеют угнетенный вид, поскольку выращиваются на участке с отсутствием регулярного полива. Для выращивания вида с целью получения фитосырья, необходимо обеспечить растениям соответствующие экологические условия.

Calendula officinalis L. - содержит флавоноиды, фитонциды, салициловую кислоту и дубильные вещества, обладает сильно выраженными бактерицидными свойствами в отношении некоторых возбудителей, особенно стафилококков и стрептококков. Широко

распространён в Донбассе как лекарственная и декоративная культура, изредка дичает. В условиях интродукции ГУ «ДБС» засухо- и морозоустойчив, ежегодно цветет и плодоносит, перспективен для выращивания в культуре с целью получения лекарственного растительного сырья.

Centaurea cyanus L. – вид устойчив в условиях интродукции ГУ «ДБС», успешно размножается самосевом, перспективен для выращивания с целью получения фитосырья. Флавоноиды и дубильные вещества, содержащиеся в растении, обуславливают его антисептическое и ранозаживляющее действие. Вид засухо- и морозоустойчив, перспективен для выращивания в культуре с целью получения лекарственного растительного сырья.

Chamomilla recutita Rauschert – благодаря своим бактерицидным, антисептическим, противовоспалительным свойствам широко применяется в официальной, народной медицине, а также в гомеопатической практике. Является адвентивным видом для флоры Донбасса, изредка культивируется как декоративное и лекарственное растение, дичает и встречается как сорное на полях, у дорог, на селитебных территориях. В ГУ «ДБС» ромашка аптечная входит в состав коллекции лекарственных растений, выращивается на экспозициях пищевых и пряно-вкусовых растений отдела культурной флоры размножается самосевом, натурализовалась, может быть рекомендован для выращивания в культуре с целью получения фитосырья.

Coriandrum sativum L. и *Levisticum officinalis* Koch – для Донбасса являются культивируемыми видами (отмечены единичные случаи дичания кориандра) (Муленкова, Шпилевая, 2018), зимостойки, незасухоустойчивы, в условиях интродукции ГУ «ДБС» ежегодно цветут и плодоносят, перспективны для выращивания с целью получения лекарственного растительного сырья, антисептическое и антибактериальное действие этих видов позволяет использовать их при заболеваниях кожи.

Corydalis paczoskii N. Busch и *Corydalis solida* (L.) C.Lairv. – содержат алкалоиды и дубильные вещества, оказывает противомикробным действие. На территории ГУ «ДБС» выращиваются в коллекции лекарственных растений и экспозициях лаборатории цветоводства, изредка дичает в лесопосадках и древесно-кустарниковых экспозициях. Указанные виды хохлаток занесены в Красную книгу Донецкой области, но, несмотря на свой статус, они быстро размножаются и хорошо себя чувствуют и проявляют в культуре, при создании опредленных условий могут быть рекомендованы для выращивания с целью получения лекарственного сырья.

Echinacea purpurea (L.) Moench. – содержит дубильные вещества и алкалоиды, является бактерицидным и противовоспалительным средством, в народной медицине применяют при некрозах и поражениях кожных покровов и тканей. В условиях интродукции ГУ «ДБС», зимо- и засухоустойчива, ежегодно цветет и плодоносит, дает обильный самосев, перспективен для выращивания в культуре с целью получения лекарственного растительного сырья.

Glycyrrhiza glabra L. – действующими веществами являются флавоноиды и дубильные вещества, обладает антимикробным и фунгицидным действием. В ГУ «ДБС» выращивается в коллекции лекарственных растений и на участке искусственной кустарниковой степи. Ежегодно цветет и плодоносит. Вегетативно подвижный вид, выходящий за пределы участка первичного произрастания, перспективный для выращивания в культуре с целью получения лекарственного сырья.

Helichrysum arenarium (L.) Moench – содержит флавоноиды и дубильные вещества, является антибактериальным и противовоспалительным растением, на основе растительного сырья этого вида производят комплексные антимикробные препараты, которые используют в офтальмологии при лечении термических и химических ожогов глаз

(Мінарченко, 2005). В ГУ «ДБС» вид произрастает в коллекции лекарственных растений и на участке искусственной псаммофитной степи. Природные популяции вида приурочены к псаммофитным местообитаниям, поэтому на участке лекарственных растений (почва обыкновенный чернозём на лёссовидном суглинке) растения имеют угнетенный вид, при этом цветет ежегодно. При создании соответствующих эдафических условий вид перспективен для выращивания в культуре для получения лекарственного сырья.

Hippophae rhamnoides L. - флавоноиды, дубильные вещества и фитонциды, содержащиеся в растении, обуславливают его антибактериальное и противовоспалительное действие. В ГУ «ДБС» кроме коллекции лекарственных растений входит также в состав коллекций и экспозиций отдела культурной флоры и лаборатории дендрологии, изредка дичает в лесопосадках и древесно-кустарниковых экспозициях. Вид засухо- и морозоустойчив, перспективен для выращивания с целью получения лекарственного растительного сырья.

Hypericum perforatum L. – антимикробное действие обеспечивают флавоноиды и дубильные вещества, содержащиеся в растении. В ГУ «ДБС» вид произрастает в коллекции лекарственных растений и на участках комплексной экспозиции «Степи Донбасса». Урожайность зверобоя продырявленного, который выращивается на коллекционно-экспозиционном участке в монокультуре невысокая, габитус растений в сравнении с естественными условиями обитания и произрастании на участках комплексной экспозиции «Степи Донбасса» намного ниже. Это связано с адаптированностью вида к произрастанию в степных и опушечных фитоценозах. Это относится и к следующим лекарственным видам, обладающим выраженным антибактериальным действием: *Origanum puberulum* (G.Beck) Klokov, *Mentha longifolia* L., *Mentha piperita* L., *Mentha spicata* L. Урожайность этих видов растений в условиях интродукции ГУ «ДБС» со временем снижается, растения постепенно слабеют, приобретают угнетенный вид и в итоге выпадают. Поэтому участки с ними периодически подлежат реконструкции и обновлению. Все перечисленные виды растений могут быть рекомендованы для выращивания с целью получения фитосырья только при создании соответствующих условий.

Hyssopus officinalis L. – фитонцидное лекарственное растение, обладающее ярко выраженным противовоспалительным и противовирусным действием. В условиях интродукции ГУ «ДБС», зимо- и засухоустойчива, ежегодно цветет и плодоносит, дает обильный самосев, перспективен для выращивания в культуре с целью получения лекарственного растительного сырья.

Inula helenium L. – содержит флавоноиды и дубильные вещества, определяющие антисептическое, противовоспалительное и ранозаживляющее действие. Препараты корня и эфирное масло девясила высокого обладают выраженной фунгицидной активностью. В медицинской практике применяют наружно при поражениях кожных покровов, вызванных стафилококковой инфекцией. Вид засухо- и морозоустойчив, перспективен для выращивания в культуре с целью получения лекарственного растительного сырья.

Juglans regia L. – во всех частях растения содержатся алкалоиды, флавоноиды, дубильные вещества, листья обладают фитонцидным и антибактериальным действием. Вид распространен в культуре повсеместно, на территории ГУ «ДБС» входит в состав коллекций и экспозиций отдела культурной флоры и лаборатории дендрологии, изредка дичает в лесопосадках и древесно-кустарниковых экспозициях, засухо- и зимоустойчив.

Pinus sylvestris L. – смолы, эфирные масла, дубильные вещества, флавоноиды и другие биологически-активные вещества, содержащиеся в хвое, почках, пыльце и древесине обуславливают бактерицидное, противовоспалительное, ранозаживляющее действие и высокую фитонцидную активность. Вид в культуре распространён

повсеместно, на территории ГУ «ДБС» также входит в состав коллекций и экспозиций лаборатории дендрологии.

Следующие растения коллекции, обладающие антибактериальными свойствами - представители семейства *Ranunculaceae* Juss.: *Anemone ranunculoides* L., *Ficaria verna* Huds., *Pulsatilla nigricans* Storck. – содержат в своем составе алкалоиды и флавоноиды. Данные виды устойчивы в условиях интродукции ГУ «ДБС», вегетативно подвижны, проходит полный цикл развития, цветут и плодоносят ежегодно.

Ruta graveolens L. – в качестве лекарственного растительного сырья используют все части растения, обладающие антисептическими и противовоспалительными свойствами. В условиях интродукции ГУ «ДБС», вид засухо- и морозоустойчив, ежегодно цветет и плодоносит, перспективен для выращивания в культуре с целью получения лекарственного сырья.

В коллекции лекарственных растений Донецкого ботанического сада род *Salvia* L. представлен 6 видами. Наиболее выраженные бактерицидные и противовирусные свойства имеет официальный вид *S. officinalis* L. Наряду с ним в качестве эфиромасличного и лекарственного широко используется *S. sclarea* L. Оба вида являются интродуцированными и в природной флоре Донбасса не произрастают. Но, несмотря на это, хорошо себя чувствуют в условиях интродукции, проходят полный цикл развития, возобновляются самосевом, являются засухоустойчивыми и переносят низкие температуры зимой. *S. nutans* L., *S. stepposa* L., *S. verticillata* L. – виды местной аборигенной флоры Донбасса, обладают антибактериальными свойствами, выращиваются в коллекции лекарственных растений и на участках комплексной экспозиции «Степи Донбасса», устойчивы в условиях интродукции, применяются в народной медицине и могут быть использованы в качестве возможных заменителей официальных видов шалфея.

Symphytum officinale L. – содержит алкалоиды и дубильные вещества, обладает антисептическим действием, применяют наружно при лечении ран. В условиях интродукции ГУ «ДБС» вид морозоустойчив, цветет ежегодно, семян не образует, состояние и внешний вид растений зависит от увлажнения. При создании определенных экологических условий может быть рекомендован для выращивания в культуре с целью получения лекарственного сырья.

Taraxacum officinale Wigg. - содержит флавоноиды и дубильные вещества, обладает противовирусным и фунгицидным действием. В Донбассе, в том числе на территории ГУ «ДБС» встречается повсеместно как сорный вид.

Род *Thymus* L. в коллекции лекарственных растений ГУ «ДБС» представлен следующими видами, обладающими антимикробными, противовирусными и антимикотическими свойствами: *T. kaljmijussicus* Klokov & Des. - Shost., *T. marshallianus* Willd., *T. graniticus* Klokov et Shost. Данные виды выращиваются также на участке декоративных растений природной флоры Донбасса и в комплексной экспозиции «Степи Донбасса», ежегодно цветут и плодоносят, при достаточном количестве осадков возможно вторичное цветение во второй половине лета. Данные виды являются устойчивыми в искусственных фитоценозах и экспозициях и перспективными для выращивания в культуре с целью получения лекарственного растительного сырья.

Tussilago farfara L. - содержит флавоноиды, дубильные вещества, антисептическое, противовоспалительное. На территории ГУ «ДБС» произрастает природная популяция, в коллекции лекарственных растений вид находится в угнетенном состоянии, не рекомендован для выращивания в культуре с целью получения лекарственного растительного сырья.

Urtica dioica L. – фармакопейное лекарственное растение, обладающее широким спектром фармакологического действия, в своем составе содержит алкалоиды,

флавоноиды, дубильные вещества, определяющие антимикробное действие. На территории ГУ «ДБС» имеется природная популяция. Вид морозо- и засухоустойчив, перспективен для выращивания в культуре в качестве лекарственного, кормового и пищевого растения.

Viburnum opulus L. – мощный природный антисептик в борьбе с вирусными инфекциями. В качестве лекарственного сырья чаще всего используются ягоды, в составе которых присутствуют флавоноиды, обуславливающие антимикробное и противовирусное действие растения. В природной флоре Донбасса в естественных условиях встречается не часто, широко и повсеместно культивируется. Входит в состав коллекции лекарственных растений, а также выращивается на экспозициях лаборатории дендрологии и отдела культурной флоры ГУ «ДБС».

Таким образом, практически все перечисленные виды лекарственных растений устойчивы в условиях культуры, большинство проходят полный цикл развития. При соблюдении определенных приемов агротехники практические все могут быть рекомендованы для выращивания в Донбассе с целью получения растительного сырья для лекарственных препаратов с антибактериальным и противовирусным действием, что актуально в условиях сложившейся эпидемиологической ситуации.

Список литературы

1. Бандюкова В.А., Андреева О.А. Антибактериальная активность извлечений из некоторых видов цветковых растений // Раст. Ресурсы. - 1990. - Вып. 2. - С. 169 - 177.
2. Мінарченко В.М. Лікарські судинні рослини України (медичне та ресурсне значення). К.: Фітосоціоцентр, 2005. – 324 с.
3. Муленкова Е.Г., Шпилевая Н.В. Растения Государственной Фармакопеи Российской Федерации во флоре Донбасса // Матер. науч. конф. «Перспективы лекарственного растениеведения», посвященной 100-летию со дня рождения А. И. Шретера (Москва, 1-2 ноября 2018 г.). Москва, 2018. – С. 206 – 212.
4. Шпилевая Н.В. Лекарственные растения, в коллекции Донецкого ботанического сада, применяемые при лечении самых распространенных неинфекционных заболеваний человека // Международная научная конференция «Современное состояние и перспективы сохранения биоразнообразия растительного мира» (5 октября 2017 г.). Бишкек, Кыргызская Республика, 2017. – С. 196 – 200.
5. Шпилевая Н.В. Растения, применяемые в гомеопатии, в коллекциях Донецкого ботанического сада. // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. – Чебоксары: Изд-во «Новое время», 2019. – Вып. 13. – С. 94 – 96.
6. Шпилевая Н.В. Современное состояние коллекции лекарственных растений в Донецком ботаническом саду // Промышленная ботаника. – 2021. – Вып. 21, №4. – С. 72 – 81.

УЧЕБНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД КУБАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА – ОБЪЕКТ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ НА КУБАНИ

Яненко Т. Г., Нагалевский М. В., Бибкова Е. П.
Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия
e - mail: botsadkubgu@mail.ru

EDUCATIONAL BOTANICAL GARDEN OF KUBAN STATE UNIVERSITY - OBJECT OF CONSERVATION PLANT BIODIVERSITY IN THE KUBAN

Yanenko T. G., Nagalevskiy M. V., Bibkova E. P.
The Kuban State University, Krasnodar, Russia
e - mail: botsadkubgu@mail.ru

Аннотация. Сохранение биоразнообразия растений в ботанических садах и ботанических учреждениях в последнее время стало наиболее актуально. Планомерная работа учебного ботанического сада Кубанского госуниверситета в течении многих лет по увеличению генофонда растений позволила ему довести видовое разнообразие до более чем 2710 таксонов. Культивирование редких и исчезающих растений Краснодарского края не только создает возможность их сохранения, но и создает резервный фонд для их последующей реинтродукции. Коллекционные, экспозиционные участки различной тематической направленности, участки с водно-болотной растительностью, высокогорной и степной растительностью искусственного происхождения, имеющиеся в УБС Куб ГУ, являются объектами научно-исследовательской работы сотрудников и студентов. Исследования родовых комплексов носят теоретическую и методическую направленность в связи с возросшей антропогенной нагрузкой на растительные сообщества. Многие экзотические растения раннее не встречавшиеся на территории региона, прошли успешную интродукцию в условиях УБС и могут быть рекомендованы для озеленения городов и населенных пунктов Кубани.

Ключевые слова: Учебный ботанический сад, биоразнообразие, сохранение, интродукция, коллекции, род, вид, сорт, культивар.

Abstract. The conservation of plant biodiversity in botanical gardens and botanical institutions has recently become the most urgent. The systematic work of the educational botanical garden of the Kuban State University for many years to increase the gene pool of plants allowed it to bring species diversity to more than 2 710 taxonomies. Cultivation of rare and endangered plants of the Krasnodar Territory not only creates the possibility of their preservation, but also creates a reserve fund for their subsequent reintroduction. Collection, exhibition areas of various thematic orientations, areas with wetland vegetation, alpine and steppe vegetation of artificial origin, available in the UBS Kuban State University, are objects of research work of staff and students. Studies of generic complexes have a theoretical and methodological orientation in connection with the increased anthropogenic load on plant communities. Many exotic plants not previously encountered on the territory of the region, they have been successfully introduced in the conditions of UBS and can be recommended for landscaping cities and settlements of the Kuban.

Keywords: Training botanical garden of Kub SU, biodiversity, conservation, introduction, collection, genus, species, variety, cultivar.

Учебный ботанический сад Кубанского госуниверситета- первый ботанический сад на Кубани, создан в марте 1972 года на базе Агробиологической станции Кубанского

госуниверситета. Создание и деятельность его была прежде всего связана с образовательным процессом, интродукцией и акклиматизацией растений, расширением таксономического разнообразия, формированием коллекционных фондов и сохранением видов природной флоры не только региона, но и сопредельных территорий.

На момент создания сад обладал всего 500 таксонами, 300 из них занимали древесные растения и 200 травянистые. На сегодня в коллекциях сада собрано более 2710 видов, сортов, и форм древесных, кустарниковых и травянистых растений, сад активно подключился к выполнению международной Конвенции по биоразнообразию растений (CBD, 1993) заключающуюся в сохранении растений, поддержании на стабильном уровне биологических ресурсов, экологическом и рациональном природопользовании. Выполняя Международную программу ботанических садов по охране растений (2000), сад стал связующим звеном в сохранении растений ex sutu, принимая участие в создании новых подходов к планированию и сохранению биоразнообразия.

С 1988 года сад обладает статусом Памятника природы регионального значения (ООПТ Краснодарского края). Интродукцией редких и исчезающих видов региона и сопредельных территорий сад начал заниматься с конца 80 х годов, сейчас коллекция представлена 110 таксонами (Красная книга, 2017). Обладая различными биоэкологическими особенностями и имея различную степень адаптационных возможностей, многие из них успешно прошли интродукцию. Это проявилось в способности их к возобновлению в искусственно созданных фитоценозах. Такие виды как: Albizzia julibrissin Durazz., Anemonoides blanda Holub., Corylus colurna L., Cyclamen coum Mill., Erythronium caucasicus Woron., Euphorbia myrsinites L., Galanthus caucasicus (Baker) Grossh., Galanthus plicatus Bieb., Nelumbo nucifera Gaerth. , Nuphar japonicum DC. , Nuphar lutea (L.) Smith , Nymphaea alba L., Ornithogalum arcuatum Stev., Staphylea colchica Stev., Staphylea pinnata L., Stipa pennata L. ,Stipa pulcherrima C. Koch и другие, обильно плодоносят, дают самосев в условиях ботанического сада (рис. 1).

а б в

Рисунок 1. Редкие и исчезающие растения УБС КубГУ: а – подснежник кавказский (Galanthus caucasicus (Baker) Grossh.); б – кандык кавказский (Erythronium caucasicus Woron.); в – хвостник обыкновенный (Hippuris vulgaris L.).

Коллекционный фонд растений создавался и создается согласно основным принципам построения коллекций: систематическому, ботанико-географическому, природно-охранному, экологическому, экономическому. Травянистые растения в коллекциях сада представлены 1500 видами и сортами почвопокровных, лекарственных, эфиромасличных, кормовых и др. растений.

Коллекция «Водные культуры» в открытом грунте, до настоящего времени является самой крупной среди ботанических садов России. В ней представлены виды и культивары семейств: Araceae, Butomaceae, Cyperaceae, Droseraceae, Nelumbonaceae, Nupharaceae,

Nymphaeaceae, Haloragaceae, Hippuridaceae, Hydrocharitaceae, Lentibulariaceae, Potamogetonaceae, Trapaceae, Typhaceae, Salviniaceae, Sparganiaceae и других. В открытых водоёмах сада семейства Nelumbonaceae, Nupharaceae, Nymphaeaceae представлены: 9 видами и 37 культиварами (французской, немецкой, американской и китайской селекций) (рис. 2). Успешно интродуцированы в условиях Краснодарского края никогда ранее не встречавшиеся на территории гидрофиты, представители семейств: Azollaceae (Azolla caroliniana Willd.) и Pontederiaceae (Pontederia cordata L.)

а б в

Рисунок 2. Коллекция «Водные культуры»: а – лотос орехоносный «Белый» (Nelumbo nucifera Gaerth. «Alba»); б – лотос Комарова (Nelumbo komarovii Grossh.); в – кувшинка белая (Nymphaea alba L.).

Семейство Мятликовые (Poaceae) в коллекциях сада представлено 54 родами, 61 видом и 62 сортами, многие из них являются редкими и исчезающими видами (Arundo donax L., Erianthus ravennae (L.) Beauv., Leymus sabulosus (M. Bieb.) Tzvel., Secale kuprijanovii Grossh., Stipa pennata L., Stipa syreisitschikowii P.A.Smirn. и др.), занесенными в Красные книги РФ и Краснодарского края (Яненко, 2013). Род Miscanthus представлен двумя видами Miscanthus sacchariflorus (Maxim.) Behth. и M.sinensis Anders., второй вид насчитывает 20 сортов. В результате многолетних исследований рекомендованы для использования в садово-парковом и ландшафтном строительстве такие сорта Miscanthus sinensis Anders. как “Cabaret”, “Grosse Fontan”, “Kleine Fontane”, “Malepartus”, “Sarabunde” и другие (рис. 3).

а б в

Рисунок 3. Коллекция семейства Мятликовые: а – кортадерия Селло (Cortaderia selloana Shult.); б – эриантус равеннский (Erianthus ravennae (L.) Beauv.); в – арундо тростниковый (Arundo donax L.).

Антропогенный прессинг, оказываемый в последнее время на природные виды степной и водно-болотной растительности региона, особенно в районе уникального лиманно-плавневого комплекса Восточного Приазовья, требует разработки наиболее современных, конструктивных форм интродукционной работы, в этом помощь оказывает экспедиционная работа, проводимая садом. Наличие участков в саду с водно-болотной, высокогорной и степной растительностью искусственного происхождения, позволяет наблюдать динамичность развития этих растительных сообществ и изучать их биоэкологические особенности и адаптационные возможности.

Коллекционные участки родовых комплексов, таких как: Iris L., Licoris Herb., Hemerocallis L., Paeonia L., Eremurus M.Bieb., Spiraea L. , Chrysanthemum L., Canna L., Hypericum L., Potentilla L., Berberis L., Forsythia Vahl., Philadelphus L., Weigela Thunb.,Syringa L., Rosa L. и др.(Яненко,2019).Экспозиционные и тематические участки: «Аромо-тропа», «Японский садик», «Сад непрерывного цветения», «Сиреневый сад Победы», «Кубанская усадьба», «Монастырский дворик», «Сад трав» являются, не только эсперимантальной базой для всесторонних исследований сотрудников сада и студентов, но и позволяют дать рекомендации для использования представителей этих комплексов в зеленом строительстве городов и населённых пунктов края (рис. 4).

а

б

в

Рисунок 4. Коллекционные и тематические участки: а – род Эремурус (Eremurus M.Bieb.); б – род Ликорис (Licoris Herb.); в – тематический участок «Японский садик».

Дендрофлора УБС представлена 846 таксонами (sp. 364; sv. 482; gen.140). Достаточно полно в коллекциях сада представлены следующие семейства: Rosaceae – 197 таксонов, Cupressaceae – 125 таксонов, Oleaceae -46 таксонов, Caprifoliaceae – 46 таксонов, Pinaceae – 36 таксонов, Hydrangeaceae – 30 таксонов, Salicaceae – 28 таксонов, Fabaceae – 22 таксона, Aceraceae – 14 таксонов, Hypericaceae – 12 таксонов. Успешно прошли интродукцию следующие древесные и кустарниковые растения: Paulownia tomentosa (Thnb.) Steul., Chimonanthus yunnanensis W. W. Smith, Chimonanthus praecox (L.) Link cv. Lutea, Cephalotaxus fortune Hook., Hamamelis vernalis Sarg., Lindera benzoin (L.) Blume, Metasequoia glyptostroboides H.H.Hu & Cheng, Cephalanthus occidentalis L., Staphylea emodi Wall.

Коллекция оранжерейных растений насчитывает 246 таксонов (sp. 147; sv. 99) относящихся к 101 роду и 46 семействам. Хорошо себя зарекомендовали следующие растения: Chrysalidocarpus lutescens H. Wendk., Clerodendrum thomsoniae Balf., Cryptanthus bivittatus (Hooker) Regel ‘Red Star’,Euphorbia tirucalli L., Hypocyrta glabra Hoor., Ludisia discolor (Ker Gawl.) A. Rich., Monstera deliciosa Lieb. ‘Alba’, Passiflora incarnate L., Pellionia daveauana (Godefr.) N. E. Br., Ruellia devosiana Hort. Jacob-Makoy ex E. Morren, Sansevieria cylindrical Bojer, Syngonium padophyllum Schott ‘White Butterfly’.

Учебный ботанический сад КубГУ, как и все университетские ботанические сады, в своей работе сочетает охрану биоразнообразия растений ex sutu, изучение природных популяций с большой научно-просветительской работой, заключающуюся в экологическом просвещении широких слоёв населения.

На базе УБС КубГУ студенты проходят учебные и производственные практики, выполняют выпускные квалификационные работы, идёт подготовка специалистов для садово-паркового и ландшафтного строительства.

Список литературы

1. Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы. III издание / Отв. редактор С. А. Литвинская. Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017. 850 с.
2. Яненко Т. Г., Чукуриди С. С. Интродукция видов и сортов эремуруса (Eremurus Bieb., Asphodelaceae Juss.) в ботаническом саду Кубанского государственного университета. //Новости науки в АПК Ставрополь. 2019. Т. 1. №1. С. 172-176.
3. Яненко Т. Г., Чукуриди С. С. Интродукция декоративных злаков в ботаническом саду КубГУ. //Цветоводство: традиции и современность. Материалы VI Международной научной конференции. Волгоград, 2013. С. 128-130.

АНАЛИЗ ФЛОРЫ ТЕРОФИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ПАРКОВ ГОРОДА МАХАЧКАЛА

Яровенко Е.В., Алиева М.Г.
Дагестанский государственный университет, г. Махачкала, Россия
evyarovenko@mail.ru

ANALYSIS OF THE FLORA OF THEROPHYTES OF CENTRAL PARKS CITIES OF MAKHACHKALA

Yarovenko E.V., Aliyeva M.G.
Dagestan State University, Makhachkala, Russia
evyarovenko@mail.ru

Аннотация. В данной статье приводятся результаты изучения видового и комплексного анализа флоры однолетников парковых зон центральной части города Махачкала. Выявлено 76 видов из 21 семейства и 63 родов при количественном доминировании представителей сложноцветных, крестоцветных и злаков. Крупных родов в изучаемой флоре не выявлено. Флороценотический анализ выявил преобладание среди терофитов сорных (41,4%) флороценоэлементов, с некоторым участием луговых, опушечно-кустарниковых и степных. Такое положение говорит о расположении территории парков в природной зоне лесостепной растительности. Половина видов дикорастущих терофитов встречается одновременно на обоих изучаемых территориях. Среди них 35,9% - это обычные, но не массовые виды, 7,8% являются фоновыми, а 4 вида редкие для обеих парковых зон. Только на территории сквера им. Ф. Алиевой отмечены 20,9%, тогда как только для парка Ленинского Комсомола - 10,9%, что свидетельствует о наличии в парке более устоявшихся сообществ травяного покрова, по сравнению со сквером. Географический анализ выявил преобладание бореальных (44%) и ксерофильных (25%) геоэлементов. Из 12-ти культурных клумбовых терофитов 64,3% завезены к нам из субтропических и тропических зон Северной и Южной Америки. 70,4% видов изучаемой флоры характерны для естественных сообществ высотных поясов Дагестана (низменностей и предгорий), а 25% являются представителями только горных ландшафтов.

По отношению к влажности почвы 86,8% видов флоры терофитов являются мезофитами, что говорит, как о благоприятных условиях увлажнения в парках.

Ключевые слова: терофиты, урбанофлора, парковые зоны, флористический анализ.

Abstract. This article presents the results of studying the species and complex analysis of the flora of annuals in the park zones of the central part of the city of Makhachkala. 76 species from 21 families and 63 genera were identified with the quantitative dominance of representatives of complex-colored, cruciferous and cereals. No large genera were identified in the studied flora. The florocenotic analysis revealed the predominance of weed (41.4%) florocenoelements among therophytes, with some participation of meadow, fringe-shrub and steppe. This situation indicates the location of the park territory in the natural zone of forest-steppe vegetation. Half of the species of wild therophytes are found simultaneously in both studied territories. Among them, 35.9% are common, but not mass species, 7.8% are background, and 4 species are rare for both park zones. Only on the territory of the square named after F. Aliyeva, 20.9% were noted, while only for the Lenin Komsomol Park - 10.9%, which indicates the presence of more established grass cover communities in the park, compared to the square. Geographical analysis revealed the predominance of boreal (44%) and xerophilic (25%) geoelements. Of the 12 cultivated flowerbed therophytes, 64.3% were brought to us from subtropical and tropical zones of North and South America. 70.4% of the species of the studied flora are characteristic of the natural communities of the high-altitude zones of Dagestan (lowlands and foothills), and 25% are representatives of only mountain landscapes. In relation to the soil moisture, 86.8% of the therophyte flora species are mesophytes, which indicates favorable conditions for humidification in parks.

Keywords: therophytes, urban flora, park areas, floral analysis.

За последние десятилетия издано значительное количество научных работ, освящающих вопросы состава и изменений в флористических комплексах городов, что свидетельствует о все более возрастающем интересе к изучению урбанофлор (Зуева, Рамазанова, 2014; Антипова, Антипова, 2017; Иванова, Кузнецова, Иванов, 2018; Васфилова, 2018). Подобный интерес связан как с особенностями формирования флор антропогенных ландшафтов, так и с их нестабильностью, требующей осознания этих закономерностей на основе постоянного мониторинга. При этом одним из важнейших аспектов данной проблемы является мониторинг биологического разнообразия городских территорий как главного условия их устойчивого экологического развития (Горышина, 1991). Кроме того, среди растений городских ландшафтов попадается много видов из естественных природных сообществ, которые, наряду с декоративными интродуцентами, могут стать украшениями наших парков и скверов. Подобные процессы наблюдаются и оцениваются и в нашем городе (Аджиева, Яровенко, Аджиева, 2014).

Одними из важнейших компонентов антропогенных травянистых сообществ являются однолетние растения – терофиты, состав которых в городских экосистемах наиболее нестабилен, что связано с особенностями жизненных циклов таких видов и приуроченностью их к нарушенным местам обитания. Эти факты требуют постоянного мониторинга за этой группой растений, так как среди них много не только типичных сорняков, но и видов с весьма высокими декоративными свойствами.

Целью нашей работы является изучение особенностей флористического состава группы растений из жизненной формы терофитов (по классификации К.Раункиера) в парковых зонах города Махачкалы (парке «Ленинского Комсомола» и сквере им. Фазу Алиевой). Для этого решались следующие задачи: выявить биоразнообразие однолетних растений в г. Махачкалы; составить сводный список выявленных видов изучаемой флоры с указанием эколого-морфологических и географических признаков каждого вида;

провести комплексный флористический анализ изучаемой флоры. Сборы и анализ проводились традиционными флористическими методами (Лепехиной, 1988). Для определения видов использовались классические определители, имеющиеся на кафедре ботаники (Галушко, 1978, 1980; Косенко, 1970).

Таксономический анализ флоры терофитов позволил выявить, что в изучаемых нами парковых зонах города Махачкала представлены 76 видов растений-терофитов, относящихся к 21 семейству и 63 родам. Наибольшим видовым разнообразием выделяются семейства *Asteraceae* (21%), *Poaceae* (17%) и *Brassicaceae* (16%), их совокупная доля в изучаемой флоре составляет более половины (54%). Первые два семейства во всех флорах Кавказа, да и всей Палеарктики, всегда входят в состав лидирующих (табл. 1). Что касается семейства крестоцветные, то в изучаемой группе однолетних растений это семейство несомненно играет лидирующую роль, так как в нем представлено большой количество представителей сорно-полевой и рудеральной флор. Для остальных 18 семейств, в которых число видов не превышает четырех, можно утверждать, что несмотря на их небольшой таксономический вклад, многие их видов могут играть не менее важную роль в формировании растительного покрова, чем таксоны такого же ранга, включающие большое число видов.

В изучаемой флоре не выявлено крупных родов, максимальное число (по 3 вида) содержат роды вероника и щетинник.

Таблица 1. Доминирующие семейства флоры терофитов парковых зон г. Махачкала

№	Семейства	Число видов	% от общего числа видов	Число родов	% от общего числа родов
1 2 3	Asyeraceae Poaceae Brassicaceae	16 13 12	21 17 16	15 10 10	24 16 16
	Итого	41	54%	35	56%

Проведённый флороценотический анализ флоры парковых зон города Махачкала позволил выделить 9 основных флороценотических групп, среди которых мы учли и культурные растения, выделив для них группу с названием «клумбы». Многие виды обладают экологической пластичность и могут обитать в нескольких группах. Поэтому число флороценоэлементов выше общего числа видов изучаемой флоры.

В изучаемой флоре численно преобладают сорные (41,4%), луговые (14,4) и опушечно-кустарниковые (12,6) ценоэлементы, включающие в совокупности 68,4 % всей флоры. По 8 флороценоэлементов содержат группы лесного и степного флороценотипов (*Melandrium album* Mill., *Rapistrum rugosum* L., *Barbarea vulgaris* R., *Chorispora tenella* Pall. и др.). Наличие большого количества элементов луговой, опушечно-кустарниковой, лесной и степной флоры говорит, во-первых, о наличии на изучаемых территориях подходящих для них мест обитания (увлажненных газонов, зарослей кустарников и деревьев), а во-вторых, свидетельствует о расположении парков в зоне лесостепной растительности, которая достаточно хорошо представлена в пониженных формах рельефа на низменностях республики.

Большое число сорных видов типично для современных урбанизированных территорий, оно отражает сильную степень антропогенной трансформации и унификации флор большинства городских ландшафтов. Среди представителей данной группы широко представлены виды: *Acalipha australis* L., *Fumaria schleicheri* Soy-Will, *Portulace oleraceae* L., *Stellaria media* L., *Henopodium album* L., *Poligonum aviculare* L., *Capsella bursa-pastoris* L. и многие другие.

Достаточно много выявлено видов клумбовых однолетников, что типично для парков и говорит об активной деятельности городских озеленительных организаций.

В составе малочисленных групп, таких как водно-болотный и псаммофильный, могут находиться некоторые растения, которые представлены малом числом особей или вообще единичными экземплярами. Среди них *Cardamine uliginosa* Bieb, найденный только в виде одной особи, также *Erodium cicutarium* L. и *Nonea lutea* Pesr., встреченные нами только в сквере им. Ф. Алиевой в небольшом числе на очень ограниченной территории. Возможно, эти виды только недавно попали на территорию парка и еще не успели освоить ее площади.

В ходе исследований мы фиксировали частоту встречаемости видов группы терофитов на территориях парков и заносили эти сведения в сводную таблицу. Этот анализ проводился для дикорастущих видов (рис.1).

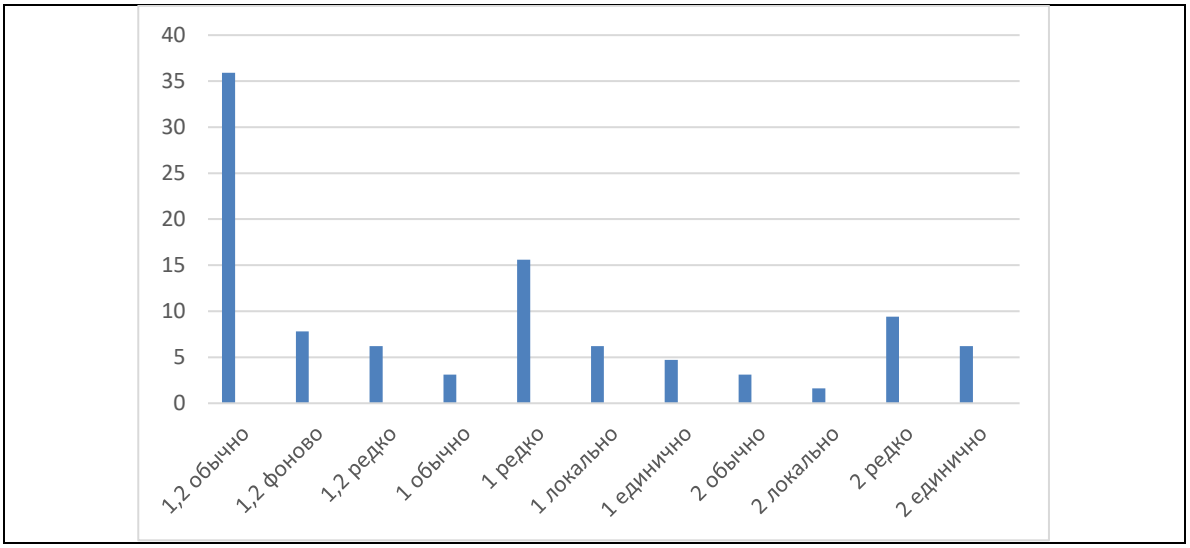


Рисунок 1. Место и частота встречаемости видов в парковых зонах г. Махачкала
Примечание: 1 – распространены в сквере им. Ф. Алиевой; 2 – распространены в парке Ленинского Комсомола.

В результате анализа выявлено, что половина видов дикорастущих терофитов встречается на обоих изучаемых территориях: парк Ленинского Комсомола и сквер им. Ф. Алиевой. Среди них 35,9% - это обычные, но не массовые виды (*Portulace oleraceae, Melandrium album, Henopodium album, Sisymbrium Loesellii* L. и другие). 5 видов (7,8%) являются для обоих парковых зон фоновыми, то есть составляют основную массу растительного покрова травянистого яруса (*Stellaria media, Poligonum aviculare, Bromus arvensis* L., *Hordeum leporinum* Link, *Veronica filiformis* Sm.). И только 4 вида являются редкими для обеих парковых зон (*Sonchus oleraceae* L., *Nonea lutea, Setaria viridis* L., *Setaria verticillata* L.).

Из видов, встречающихся только на одной из изучаемых территорий, 20,9% отмечены нами только в сквере им. Ф.Алиевой, а 10,9% - только в парке Ленинского Комсомола. Такое распределение указывает на более устоявшиеся сообщества травяного покрова в парке, по сравнению со сквером. Из них также можно выделить обычные: 1 зона – *Tribulus terrestris* L., *Senecio vulgaris* L.; редкие – *Acalipha australis, Chenopodium hidridum* L., *Sisymbrium officinale* L., *Descurainia Sophia* L. и другие; расположенные локальными участками – *Calepina irregularis* Asso, *Barbarea vulgaris* R., *Eleusine indica* L., *Eriochloa villosa* Tramb; и даже 3 вида, встреченных нами в единичном экземпляре (*Nonea rosea* Bieb., *Cardamine uliginosa* Bieb, *Sisymbrium irio* L.).

Для второй парковой зоны (парк Ленинского Комсомола) отмечено 2 обычных вида (*Anthiscus sylvestris* L., *Anizantha sterilis* L.), 1 локальных (*Asperugo procumbens* L.), 6 редких (Xanthium strumarium L., Crepis setosa Haller, *Lagoseris sancta* L., *Physalis alkekengi* L., *Veronica persica* Poir., *Milium vernale* Bieb) и 4 встречающихся единичными особями (*Chorispora tenella* Pall, *Arabis auriculata* Lam, *Erophila verna* L., *Galium pedemontana* Bell.).

Географический анализ показывает современное распространение видов, произрастающих по изучаемой территории по поверхности Земли. Он проведен нами по классификации, предложенной А.А. Гроссгеймом (1936).

Результаты географического анализа, без участия представителей культурной флоры, как и следовало ожидать, выявили больше всего во флоре терофитов геоэлементов с широким современным ареалом – бореальный тип (43,8%), где отмечено преобладание элементов палеарктического и голарктического классов. Вторую позицию занимает ксерофильный тип ареала, геоэлементы которого имеют ареалы в южной части Евразии, занимая засушливые территории Средиземноморья и Передней Азии (25%). Здесь преобладают элементы средиземноморского, переднеазиатского классов и переходной группы средиземноморско-переднеазиатских элементов.

На третьем месте находятся представители адвентивной флоры, имеющие космополитический ареал, то есть встречающиеся более чем на трех континентах мира. Как правило – это сорные виды, связанные своим распространением с деятельностью человека (*Acalipha australis, Ambrosia artemiiifolia* L., *Golinsoga paryflora* Cav. и др.) или водно-болотные представители.

Небольшим числом геоэлементов представлены во флоре терофитов остальные типы ареалов, за исключением степного.

Для 12-ти культурных растений, произрастающих в парках на клумбах, были определены места их происхождения (Родина). Этот анализ показал, что большинство видов культурных терофитов завезены к нам из субтропических и тропических зон Северной и Южной Америки – в совокупности 64,3% (рис.2). К американским видам относятся: *Ageratum haustonianum* Mill, *Tagetes patula* L. и *T. erecta* L., *Zinnia elegans* Jacg, *Rudbeckia hirta* L., *Nicotiana Feata* Sc.et Otto и некоторые другие.

Остальные поставщики интродуцентов (Африка, Австралия, Азия) внесли небольшой вклад – по 1-2 вида – в процесс озеленения наших парков.

В анализе по высотному распределению дикорастущих видов терофитов мы решили проверить, растения каких высотных поясов природных зон Дагестана преобладают среди видов изучаемой флоры (табл.2). Выяснено, что большая доля принадлежит видам, произрастающим в диком виде в прилегающих природных зонах: низменность (*Portulace oleraceae, Acalipha australis, Lactuca serriola* L., *Senesio vulgaris* и др.) и предгорья (*Sonchus oleraceae* L., *Tragopogon graminifolius* DC, *Artemisia scoparia* W.K., *Galium pedemontana* и др.).

25% видов изучаемой флоры являются представителями только горных ландшафтов, произрастая в естественных сообществах предгорий и высокогорий (*Crepis setosa, Veronica persica* и другие), а 3 вида (4,6%) распространены во всех природных зонах Дагестана (*Arabis auricularia, Anthiscus sylvestris* L., *Veronica filiformis*).

Рисунок 2. Географический анализ для культурных растений

Таблица 2. Высотное распределение дикорастущих видов терофитов парковых зон

№	Высотное распределение	Число видов	% от общего числа видов
1	Низменность	20	31,3
2	Низменность-предгорье	3	4,7
3	Предгорье	22	34,4
4	Низменность-высокогорье	3	4,6
5	Предгорье-высокогорье	16	25,0
	Итого	64	100

Последний анализ, проведенный нами, характеризует наличие в изучаемой флоре видов из разных экологических групп. Мы решили провести анализ отношения видов к наличию воды в почве, согласно которому принято выделять 4 группы: гидрофиты, гигрофиты, мезофиты и ксерофиты. Результаты анализа выявили, что доминирующей группой в изучаемой флоре являются мезофиты (66 видов – 86,8%). Эти растения предпочитают места со средней степенью увлажненности почвы, поэтому многие из них в наших условиях могут произрастать только в весенний период, когда в почве еще сохраняется достаточная степень увлажненности. Только 9 видов (11,8%) видов нашей флоры могут выдерживать недостаток почвенной влаги. Именно эти растения составляют основу сообществ травяного покрова парков в летний и осенний период (*Atriplex hastate* L., *Erodium cicutarium* L., *Tribulus terrestris* L., *Crepis setosa, Nonea lutea* Pers. и другие).

К гигрофитам относится единственный вид – *Cardamine uliginos*a Bieb – найденный нами в единственном экземпляре в сквере им. Ф Алиевой.

Таким образом, доминирование мезофитов в изучаемой флоре говорит как о благоприятных условиях увлажнения в изучаемых объектах, так и о типичной жизненной стратегии большинства однолетников (терофитов) проходить основной жизненный цикл во влажный весенний или осенний периоды, оставляя своих потомков только в виде семян.

Список литературы

1. Аджиева, А.И. О проникновении на территорию Махачкалы редких и эндемичных видов растений горного Дагестана / А.И. Аджиева, Е.В. Яровенко, Н.А. Аджиева // Горные экосистемы и их компоненты: материалы V Всероссийской конф. с международным участием. – Нальчик: 2014. – С.138-139.
2. Антипова, С.В. Степень натурализации инвазионных видов растений во флоре г. Красноярска / С.В. Антипова, Е.М. Антипова // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017. - С.163-170.
3. Васфилова, Е.С. Взаимосвязь жизненных форм растений с результатами их интродукции в новые условия среды / Е.С. Васфилова // Вестник Воронежского Государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. - 2018. - №2. - С.94-104.
4. Галушко, А.И. Флора Северного Кавказа. Определитель: в 3-х тт. - Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1978. - Т.1. – 320 с. - 1980. - Т.2. - 352 с. -1980. - Т.3. - 327 с.
5. Горышина, Т.К. Растение в городе. / Т.К. Горышина. – Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1991. - 148 с.
6. Гроссгейм, А.А. Анализ флоры Кавказа / А.А. Гроссгейм. – Баку: Изд-во АФ АН СССР, 1936. – 257 с.
7. Зуева, Г.А. Адвентивный компонент флоры парков г. Набережные Челны / Г.А. Зуева, Ю.Р. Рамазанова // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2014. - №5. – Казань: - С. 293-300.
8. Иванова, Н.В. Дикорастущие декоративные растения города Самары / Н.В. Иванова, Л.А. Кузнецова, П.А. Иванов – Текст: электронный // Самарский научный вестник. 2018. - Т.7. - №2(23). – Самара: - С.56-59.
9. Косенко, И.С. Определитель высших растений Северо-Западного Кавказа и Предкавказья / И.С. Косенко. - Москва: Изд-во Колос, 1970. - 613 с.
10. Лепехина, А.А. Флора Дагестана (методические указания к проведению практики на 3 курсе) / А.А. Лепехина. - Махачкала: Изд-во ДГУ, 1988. - 13 с.

Секция №3.

ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ СТЕПНОЙ ЗОНЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА И ВОЗРАСТАЮЩИХ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК

КРАСНАЯ КНИГА ПОЧВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ КАК БАЗА ДАННЫХ ПО ПОЧВЕННЫМ ЭТАЛОНАМ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Безуглова О.С.
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
osbesuglova@sfedu.ru

THE RED BOOK OF SOILS OF ROSTOV REGION AS A DATABASE FOR SOIL STANDARDS IN A CHANGING CLIMATE

Bezuglova O. S.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
osbesuglova@sfedu.ru

Аннотация. Разработка принципов выбора эталонных объектов для Красной книги почв в условиях повсеместной распашки и усиления деградационных процессов в пахотных почвах в связи с аридизацией климата является важной задачей современной науки о почвах. Выделены эталонные объекты для Красной Книги почв Ростовской области в пределах Особых охраняемых природных территорий. Учитывая высокое природное варьирование большинства важных для мониторинга почвенных параметров, а также их взаимозависимость в качестве эталона предложено использовать совокупность параметров реальных эталонных почв с учетом их изменчивости в рассматриваемом регионе. Характеристики почвенных эталонов занесены в региональный дата-центр – локальную версию Почвенно-географической базы данных Российский Федерации.

Ключевые слова: климатические изменения, Красная Книга почв, Особо охраняемые природные территории, почвенные эталоны.

Abstract. The development of criteria for selecting reference objects for the Red Book of Soils is an important task for the modern soil science. This undertaking is especially critical due to widespread plowing and degradation processes in arable soils that intensify as a result of climate aridization. Reference objects for the Red Book of Soils of Rostov Region have been identified particularly within the Specially Protected Natural Territories. Considering high natural variation and interdependence of major soil parameters critical for monitoring, it is proposed to use a standard set of parameters in real reference soils, while taking into account their variability in the researched region. As a result of the research critical characteristics of the real reference soils were included in the regional data center, which is the local version of the Soil Geographical Database of the Russian Federation.

Keywords: climate change, Red Book of Soils, Specially Protected Natural Territories, soil standards.

ВВЕДЕНИЕ

Степные экосистемы в настоящее время являются наиболее нарушенными и в наименьшей степени защищенными природоохранной деятельностью. Высокий природный уровень плодородия позволяет длительное время эксплуатировать почвы этой природной зоны, с наименьшими вложениями получая на них высокие урожаи разнообразных культур. И уже хотя бы поэтому они достойны более пристального внимания со стороны природоохранных организаций. К примеру, в Ростовской области очень высока степень распаханности: сельскохозяйственные угодья занимают 87,7% территории, из них 69,4% – пахотные земли, в то время как в среднем по Российской Федерации 60,5% (Росстат, 2021). Есть районы (Зерноградский), в которых более 90% площади составляют сельхозугодья и почти 90% из них – пашня. В целом для области

характерна очень низкая степень облесенности территории, значительно распаханы даже пойменные пространства, особенно важные для сохранения устойчивости ландшафтов к неблагоприятным воздействиям.

Ростовская область характеризуется разнообразием природных условий: на ее просторах степная зона черноземов соседствует с сухостепной зоной каштановых почв, а на крайнем юго-востоке региона находится зона полупустыни со светло-каштановыми почвами, на долю которой приходится всего 1.2% от общей территории области. Как показали наши исследования, регион подвержен разным видам деградации: широко распространены агроистощение, дегумификация, эрозионные процессы, все вместе обуславливает риск развития опустынивания, особенно в юго-восточных районах облдасти (Безуглова и др., 2020).

Ситуация усугубляется ужесточением климатических условий. Помимо высокой сельскохозяйственной освоенности земельных ресурсов, одной из основных причин деградационных процессов является усиление аридизации территорий, в пределах Ростовской области это особенно актуально для условий полупустыни, представленной на юго-востоке региона. Сравнительный анализ показателей аридности по репрезентативным метеостанциям Ростовской области за 1961–1990 и 2016–2020 гг. показал увеличение степени засушливости климата в ряде сельскохозяйственных зон региона (Безуглова и др., 2022). Количество осадков уменьшилось за этот период времени на 19,8%, одновременно возросла испаряемость на 32,1%, дефицит увлажнения увеличился на 57,2%. Основные параметры, характеризующие процесс аридизации климата, также изменились в сторону увеличения: индекс аридности по Торнтвейту повысился на 18,8%, тот же показатель по Стенцу – на 64,9%. Коэффициент увлажнения, рассчитанный по Н. Н. Иванову, снизился на 33,3%.

В таких условиях сохранение ареалов минимально трансформированных типичных почв, включением их в Красную книгу, с целью формирования системы эталонов, репрезентативно представляющих почвенный покров региона, – актуальная и важная задача современности. В первую очередь это относится к существующим особо охраняемым природным территориям (ООПТ).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Охранный статус ООПТ страны обычно получают по показателям, не связанным с особенностями почвенного покрова. Учитываются такие показатели, как уникальность растительного покрова, орнитофауны, насекомых и других видов животных. Как показал анализ доступных материалов, именно почвенный покров является наименее исследованным компонентом ООПТ, в лучшем случае имеются сведения лишь о преобладающих типах почв.

В Ростовской области в настоящее время выделены следующие особо охраняемые природные территории: федерального подчинения – государственный природный биосферный заповедник «Ростовский», состоящий из 4 участков, и природный заказник Цимлянский; Ботанический сад Южного федерального университета; областного подчинения – природный парк Донской, состоящий из 2 участков (Дельта Дона и Островной), природный заказник Горненский, а также 70 памятников природы и семь памятников природы местного подчинения. Из почвенных характеристик решающую роль играла необходимость защиты почвенного покрова от эрозии, так как многие объекты – это пойменные ландшафты или овражно-балочные системы. Отсюда цель исследований – подбор и получение максимально полной характеристики почвенных эталонов. Выбор почвенных показателей и методов их определения диктовались необходимостью обеспечить максимальную информационную доступность и сопоставимость полученных результатов.

В связи с этим в ходе проведения работ решались следующие задачи:

– составление перечня типичных для области почв на типовом и подтиповом уровне, представители которых должны быть выделены в качестве эталонов Красной книги почв Ростовской области;

– подбор уникальных почв, участие которых в почвенном покрове региона настолько мало, что измеряется нередко сотыми долями процента от общей площади области;

– подбор минимально эродированных участков с естественной или восстановленной растительностью в пределах ареалов типичных для области почв для выделения почвенных эталонов;

– обследование почвенного покрова выбранных участков ООПТ;

– закладка опорных разрезов в пределах выбранных участков и характеристика их морфологических и аналитических свойств;

– оценка возможности использования характеристик отобранных эталонных почв для сравнения с используемыми в сельскохозяйственном производстве аналогами.

Всего за три года исследований было заложено 38 разрезов, для которых выбирались автоморфные позиции (исключение – разрезы, заложенные в пойме) под минимально нарушенными растительными ассоциациями, по профилям разрезов отобраны образцы, в которых определены основных химические и физико-химические характеристики. Отбирались также поверхностные образцы из слоя 0–15 см вокруг опорных разрезов с целью получения сведений о пространственной вариабельности изучаемых показателей.

В лабораторных условиях из отобранных по профилю образцов были определены: объемная масса почвенных горизонтов (буровым методом), содержание гигроскопической влаги, гранулометрический состав почв (пипеточный метод Качинского в модификации Долгова-Личмановой), содержание органического углерода (по методу Тюрина в модификации Орлова-Гриндель), содержание карбонатов (по Шейблеру),, валовой состав макро- и микроэлементов (Cr, Ni, As, Sr, Co, Zn, Pb, Cu) (методом рентген-флюоресцентной спектроскопии на спектроскане МАКС-GV), удельная активность радионуклидов (137Cs, 226Ra, 232Th, 40K) (гамма-спектрометрическим методом на сцинтилляционном гамма-спектрометре «Прогресс-гамма»). В ряде образцов (там, где это было необходимо) определяли состав ППК и сухой остаток водной вытяжки.

Данные по всем 38 разрезам были занесены в региональный дата-центр – локальную версию Почвенно-географической базы данных Российский Федерации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для проведения информационно-логического анализа полученных результатов все разрезы были сгруппированы в кластеры: черноземы миграционно-сегрегационные, черноземы текстурно-карбонатные на плотных породах, каштановые почвы, аллювиальные почвы. В свою очередь черноземы на плотных породах были подразделены на черноземы среднемощные, развитые на элювии сланцев и маломощные, развивающиеся на карбонатных породах. Отдельно была выделена группа неполноразвитых черноземов, по современной классификации – литоземов темногумусовых.

Черноземы миграционно-сегрегационные в почвенном покрове области представлены достаточно широко, их доля составляет 21,4 % (Безуглова, Хырхырова, 2008). Они включают в себя почвы, ранее идентифицируемые как самостоятельные подтипы и называвшиеся черноземами североприазовскими (6,6 %) и черноземами предкавказскими (15,8 %) (Захаров, 1940). Повсеместная распашка и нерациональная система хозяйствования привела к тому, что эти черноземы классифицировались как малогумусные (Егоров и др., 1977), так как содержание гумуса в пахотном слое обычно составляет в среднем 3,1% (Безуглова и др., 2013; Безуглова и др., 2022). По современной классификации (2004) при таком содержании гумуса почвы уже относят к

среднегумусированным (3,0—5,0 %). Ранее нами было показано, что в черноземах миграционно-сегрегационных целинных и залежных территорий в поверхностном 15-см слое содержание гумуса в среднем на 1 % выше, чем в прилегающих пахотных почвах (Чернова, Безуглова, 2018). Таким образом, черноземы миграционно-сегрегационные ООПТ могут служить в качестве эталонов при оценке гумусного состояния пахотных почв. При этом разница в гранулометрическом составе почти не сказывается на содержании гумуса в горизонта А. Однако учитывая высокое природное варьирование большинства важных для мониторинга почвенных параметров, а также их взаимозависимость (например, физические свойства ↔ содержание органического вещества ↔ обеспеченность элементами питания), представляется целесообразным в качестве эталона использовать не фиксированную численную характеристику определенного свойства, а совокупность параметров реальной эталонной почвы с учетом их изменчивости в рассматриваемом регионе.

Уникальными не только для области, но и для всего юга России почвами являются черноземы на элювии плотных пород. Их общая площадь составляет 0,175% от территории Ростовской области. Среди них встречаются почвы, развитые на сланцах, на песчаниках, на известняках и на меле.

Литоземы – неполноразвитые почвы на плотных породах различного генезиса – представляют особый интерес. Формирующиеся на пологих и покатых склонах, несмотря на свою небольшую мощность (в пределах 30–35 см), благодаря хорошо развитой дернине степных трав, они накапливают в горизонте А достаточно много гумуса. Их изучение позволяет реконструировать процесс почвообразования на плотных породах, скорость которого зависит как от положения в рельефе, так и от химического состава породы. Так, в горизонте А литозема, развивающегося на песчанике, содержание гумуса достигает 5,74%, в то время как на менее богатых по составу породах (сланцы, мел) гумусированность даже в дерновом горизонте не превышает 4%.

ВЫВОДЫ

1. При выделении объектов для занесения в Красную книгу почв Ростовской области, испытывающей высокую агрогенную нагрузку и характеризующейся высоким процентом распаханности территории, следует ориентироваться на охраняемые природные территории государственного или областного уровня.

2. Эти объекты должны быть типичны для определенной территории, чтобы иметь возможность использовать занесенные в Красную книгу почвы в качестве образцов для сравнения при мониторинге.

3. Объекты Красной книги должны репрезентативно представлять почвенный покров региона, поэтому необходимо, чтобы в Красной книге возможно более полно было представлено природное разнообразие почв области, почвенные эталоны должны, насколько возможно, соответствовать центральному образу почвенной классификации обычно на уровне высоких таксономических уровней.

4. Проведенные исследования подтвердили правомочность использования данных принципов при выборе объектов Красной книги почв.

Список литературы

1. Безуглова О.С., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Назаренко О.Г. Современное состояние черноземов Ростовской области // Материалы Международной научной конференции «Современное состояние черноземов», Ростов-на-Дону 24—26 сентября 2013 г. Ростов-на-Дону, 2013. С.6—10.

2. 2.Безуглова О.С., Назаренко О.Г., Ильинская И.Н. Динамика деградации земель в Ростовской области // Аридные экосистемы, 2020. Том 26, №2 (83). С. 10-15. DOI: 10.1134/S207909612002002X
3. Безуглова О.С., Хырхырова М.М. Почвы Ростовской области. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2008.352 с.
4. Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.Н., Розов Н.Н., Носин В.А., Фриев Т.А. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.
5. Захаров С.А. Черноземы. Южные, северо-приазовские, обыкновенные, предкавказские // Почвы Ростовской области и их агрономическая характеристика. Ростов-на-Дону: Рост. обл. кн-во, 1940. Кн. 3. 208 с.
6. Чернова О.В., Безуглова О.С. Принципы и особенности создания Красных книг почв степных регионов (на примере Ростовской области) // Аридные экосистемы, 2018, Том 24, №. 1(74). – С. 40–51

МИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ КОНСТРУКТОЗЕМОВ, СОЗДАННЫХ НА ОСНОВЕ ТОРФЯНО-ПЕЧАНЫХ СМЕСЕЙ, В РАЗНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ

Васильева М. Н.[1]*, Корнейкова М. В.[1,2], Васенев В. И.[1,3], Сотникова Ю. Л.[1]
[1] Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия
[2] ФГБУН Институт проблем промышленной экологии Севера – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты, Россия
[3] Университет Вагенингена, г. Вагенинген, Нидерланды
*ml2199@mail.ru

MICROBIAL ACTIVITY FROM TECHNOSOLS CREATED WITH PEAT-SAND-LOAM MIXTURES ALONG THE CLIMATIC GRADIENT

Vasileva M. N.[1]*, Korneykova M.V.[1,2], Vasenev V.I.[1,3], Sotnikova Y.L.[1]
[1] Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia
[2] Institute of North Industrial Ecology Problems —Subdivision of the Federal Research Centre, Kola Science Centre of Russian Academy of Sciences, 184209, Apatity, Russian Federation
[3] Wageningen University, Wageningen, Netherlands
*ml2199@mail.ru

Аннотация. Впервые изучены микробиологические свойства почвенных конструкций на основе торфяно-песчаных смесей, созданных в городах разных биоклиматических зон: Апатиты (Мурманская область), Москва, Ростов-на-Дону. Определены микробная биомасса, дыхание и микробный метаболический коэффициент конструктоземов методами субстрат-индуцированного и базального дыхания, а также функциональное разнообразие почвенных микробных сообществ методом MicroResp.

Выявлены низкие значения микробной биомассы и базального дыхания для конструктоземов разных климатических зон по сравнению с естественными почвами. В Москве и Ростове-на-Дону спустя 14 месяцев от начала эксперимента отмечено снижение микробной биомассы в 1.5 и 1.9 раз соответственно по сравнению с естественными почвами, в Апатитах, напротив, увеличение. Базальное дыхание почвы на севере увеличилось в 1.2 раза, тогда как в Москве и Ростове-на-Дону снизилось в 1.2 и 3.4 раза соответственно. Микробный метаболический коэффициент qCO2 был достаточно высоким во всех вариантах почвенных конструкций (3.5-4.5 CO2-C μг-1 Смик ч-1), для первого и второго года исследований. Выявлены изменения в физиологической структуре микробного сообщества конструктоземов разных климатических зон, наиболее заметно проявившиеся в Москве. Спустя 14 месяцев в почвенных конструкциях гг. Москва и

Ростов-на-Дону прослеживалась тенденция к изменению функционального разнообразия микробных сообществ в сторону естественных аналогов. В северных условиях функциональная структура микробного сообщества изменялась несущественно. Выявленные за период 14 месяцев изменения микробиологических параметров почвенных конструкций в разных регионах свидетельствуют о существенном влиянии климатического фактора на формирование устойчивых почвенных систем.

Ключевые слова: почвенные конструкции, биоклиматический градиент, удельное дыхание микробной биомассы, зеленая инфраструктура города, физиологический профиль на уровне сообщества.

Abstract. For the first time, the microbiological properties of Technosols based on peat-sand mixtures, created in cities of different bioclimatic zones: Apatity (Murmansk region), Moscow, Rostov-on-Don, were studied. The microbial biomass, respiration, and microbial metabolic coefficient of Technosols were determined by the methods of substrate-induced and basal respiration, as well as the functional diversity of soil microbial communities by the MicroResp method.

Low values of microbial biomass and basal respiration were revealed for Technosols of different climatic zones in comparison with natural soils. In Moscow and Rostov-on-Don, 14 months after the start of the experiment, a decrease in microbial biomass by 1.5 and 1.9 times, respectively, compared with natural soils, was noted, in Apatity, on the contrary, an increase. Basal soil respiration in the north increased by 1.2 times, while in Moscow and Rostov-on-Don it decreased by 1.2 and 3.4 times, respectively. The microbial metabolic coefficient qCO2 was sufficiently high in all variants of Technosols (3.5-4.5 CO2-C μg-1 Smic h-1) for the first and second years of the study. Changes in the physiological structure of the microbial community of Technosols from different climatic zones were revealed, most noticeably manifested in Moscow. After 14 months in the Technosols of Moscow and Rostov-on-Don, there was a tendency to change the functional diversity of microbial communities towards natural ones. Under northern conditions, the functional structure of the microbial community changed insignificantly. Changes in the microbiological parameters of Technosols in different regions revealed over a period of 14 months indicate a significant influence of the climatic factor on the formation of stable soil systems.

Keywords: human-made soil constructions, bioclimatic gradient, microbial specific respiration, green infrastructure, community level physiological profile.

С ростом темпов урбанизации землепользование меняется, а воздействие человека на почвы возрастает (Vasenev et al. 2016; Ivashchenko et al. 2019; O'Riordan et al. 2021). Городская почва остается одним из важнейших экологических ресурсов и компонентов городской экосистемы. Благодаря высокой динамичности и разнообразию техногенные почвенные конструкции являются привлекательным объектом для оценки свойств и функций с целью дальнейшего моделирования (Hazelton et al. 2021). Анализ функционирования конструктоземов в регионах с различной экологической обстановкой и уровнем развития городской зеленой инфраструктуры особенно актуален (Deeb et al. 2018; González-Méndez et al. 2020).

Почва является источником экосистемных услуг - одним из хранилищ углерода и источником выбросов углерода в атмосферу в результате дыхания (Wang et al., 2011; Vasenev et al., 2016.; O'Riordan et al. 2021). Микробная составляющая обеспечивает основной поток CO2 из почвы в атмосферу. Микробное сообщество очень чувствительно к антропогенным воздействиям и поэтому является индикатором изменения окружающей среды и часто используется при оценке здоровья наземных экосистем (Wang et al. 2011;

Ivashchenko et al. 2015; Саржанов и др. 2015; Ivashchenko et al. 2019). Содержание почвенной микробной биомассы может быть полезно при определении пределов нормального функционирования городских почв (Vasenev et al. 2017). Интерес представляет также разнообразие почв, которое связано с деятельностью микроорганизмов и дает информацию о функционировании тех представителей почвенной микробиоты, которые участвуют в круговороте углерода (Chapman et al. 2007; Creamer et al. 2016; Saccá et al. 2017).

Для создания конструктоземов используются различные материалы в зависимости от функций, которые они должны выполнять, и от доступности материалов (Смагин и Садовникова, 2015; Fabbri et al. 2021). Однако для полной оценки эффективности конструкций необходимо анализировать сопоставимые между регионами материалы, которые были бы доступны и схожи по свойствам. Универсальные по дизайну почвенные конструкции могли бы стать репрезентативным фоном для объяснения изменений функционирования конструктоземов в различных биоклиматических зонах (Chien and Krumins 2021).

Цель исследования – сравнительный анализ универсальных почвенных конструкций для создания газона со схожими свойствами в разных биоклиматических зонах России на основе микробиологических показателей. Результаты исследования позволят определить степень влияния факторов, определяющих функционирование почв, и на этой основе адаптировать существующие технологии создания конструктоземов для поддержания устойчивого развития городов.

Объекты и методы

Исследования проводили в городах, расположенных в разных климатических зонах: субарктической (г. Апатиты), умеренно- континентальной с влажным климатом (г. Москва) и умеренно-континентальной с сухим климатом (г. Ростов – на – Дону).

В каждом городе созданы стационары с почвенными конструкциями универсального состава: торф: песок: «срезка» (снятый при строительстве поверхностный плодородный слой почвы) в соотношении 1:1:1. Эти виды субстратов достаточно часто используются для создания конструктоземов, особенно в Московском регионе, который наиболее изучен в вопросе создания техносолей (Брянская и др. 2020; Ivashchenko et al. 2021). Для создания газонного покрытия использовали травосмесь райграса многолетнего (Lolium perenne) 30%, овсяницы красной (Festuca rubra) 35% и мятлика лугового (Poa pratensis) 35% с нормой высева 60 г/м2. Агротехнические мероприятия включали внесение минерального удобрения азофоска в дозе 60 г/м2 и активный полив на всех участках. В северных условиях при создании почвенных конструкций вносили доломитовую муку в количестве 300 г/м2 для снижения кислотности почвы. Регулярный укос проводили с периодичностью 1 раз в 1-2 недели в период с мая по октябрь в зависимости от региона.

Для оценки микробной активности в почвах использовали современные подходы и методы. Базальное дыхание образцов почвы оценивали по продукции CO2 после инкубации при 22 °C в течение 24 часов (Ananyeva et al. 2008; Anderson and Domsch 2010). CO2 измеряли с помощью газовой хроматографии. Углерод микробной биомассы оценивали методом субстрат-индуцированного дыхания (СИД), основанным на улавливании дыхательной реакции на добавление легкодоступного субстрата – глюкозы (Domsch 1978; Ananyeva et al. 2008). Физиологический профиль на уровне сообщества оценивали при помощи методики MicroResp (Creamer et al. 2016). Результаты анализа образцов почвенных конструкций сравнивались с природными аналогами (лесная экосистема) в соответствующих городах и результатами предшествующего года.

Результаты и обсуждения

В первый год проведения эксперимента микробная биомасса конструктоземов в исследуемых городах составляла от 150 до 230 µг С г-1, и была ниже естественных аналогов в 2,8-5,3 раз (Рис. 1). Спустя 14 месяцев в Москве и Ростове-на-Дону наблюдалось ее снижение в 1,5 и 1,9 раз соответственно, в Апатитах ее количество возросло. Однако по сравнению с естественными почвами значения микробной биомассы по-прежнему оставались низкими. Тренд распределения значений биомассы в климатическом градиенте для конструктоземов и фоновых почв различался. Так, в конструктоземах микробная биомасса снижалась по направлению «с севера на юг», тогда как в естественных почвах – «с юга на север».

Базальное дыхание лесных почв превышало дыхание конструктоземов в 1,8-2,3 раза в разных регионах. Спустя 14 месяцев от начала эксперимента в Ростове-на-Дону оно снизилось в 3,4 раза, в Москве - в 1,2 раза, а в Апатитах – увеличилось в 1,2 раза. В целом в конструктоземах наблюдалась тенденция, близкая к естественным экосистемам – снижение базального дыхания в климатическом градиенте Апатиты – Москва – Ростов-на-Дону. Значения удельного дыхания почвенных конструкций в первом году наблюдений превышали естественные аналоги в 1,5-3,2 раз. Микробный метаболический коэффициент qCO2 оставался высоким – 3,5-4,5 CO2-C мг-1 Смик ч-1, и значительно не отличался от результатов предыдущего года. Высокие значения данного коэффициента могут свидетельствовать о неблагоприятных условиях для развития микробного сообщества в почве (Ivashchenko et al. 2015).

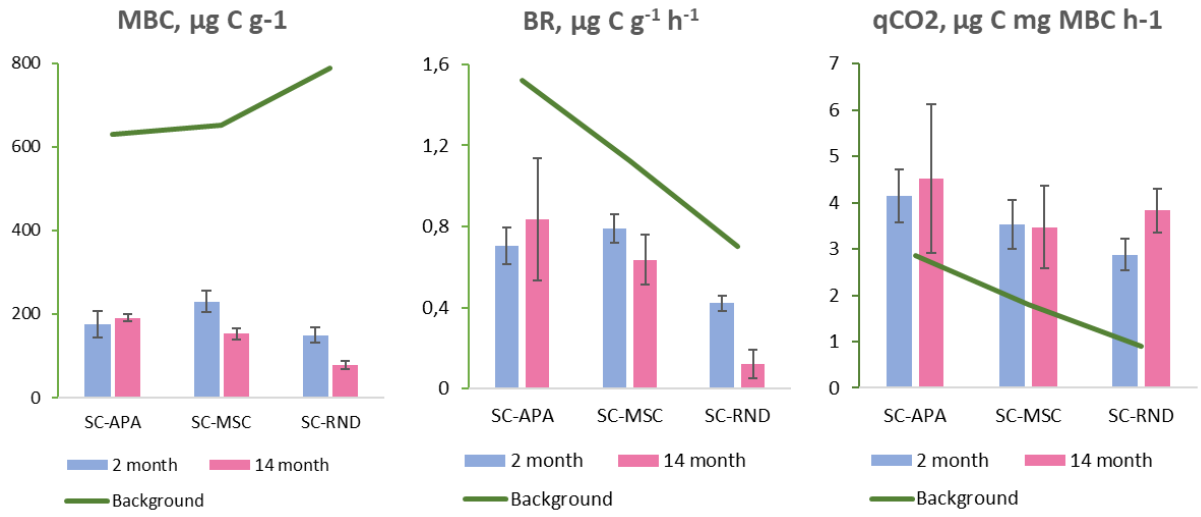


Рисунок 2. Микробиологические показатели почвенных конструкций. MBC – углерод микробной биомассы (microbial biomass carbon), BR – базальное дыхание (basal respiration), qCO2 -удельное дыхание микробной биомассы (микробный метаболический коэффициент); почвенные конструкции (SC – soil constructions): SC-APA – Апатиты, SC-MSC – Москва, SC-RND – Ростов-на-Дону; BG (Background) - фоновые почвы.

В почвенных конструкциях исследуемых городов отмечался достаточно высокий уровень минерализации карбоновых кислот – 32%-69%, как и в естественных аналогах, где вклад составил от 47% до 62% (Рис. 2). Группа микроорганизмов, разлагающих углеводы в конструктоземах составляла от 15% до 35%. В Ростове-на-Дону и Москве их содержание было ниже всего лишь в 1,2-1,3 раз, чем в естественных почвах. Для естественных экосистем Апатитов вклад данной группы в совокупное дыхание микроорганизмов

составил всего 3%, в то время как для конструктоземов он ближе к таковым в Москве и Ростове-на-Дону и составил 26%.

Спустя 14 месяцев вклад в общее дыхание микроорганизмов, разлагающих карбоновые кислоты снизился, значительнее всего в Москве – более чем в 2 раза (Рис. 3), в Ростове-на-Дону - на 12%, в Апатитах – на 20%. Отмечена общая для всех стационаров тенденция к увеличению доли микроорганизмов, реагирующих на внесение углеводов – в 1,5 – 2,2 раза. В Москве значительно увеличился отклик на внесение субстратов группы аминокислот – с 9% до 25%, а также трудноразлагаемых фенольных кислот – с 1% до 14% от совокупного вклада в дыхание.

Таким образом, в Москве наблюдались наиболее значительные изменения в функциональной структуре микробного сообщества конструктоземов по сравнению с Апатитами и Ростовом-на-Дону. Однако на второй год проведения эксперимента в Москве и Апатитах можно отметить схожесть в функциональном профиле микробных сообществ. Для Ростова-на-Дону и Москвы также характерна тенденция к изменению функциональной структуры в сторону естественных сообществ.

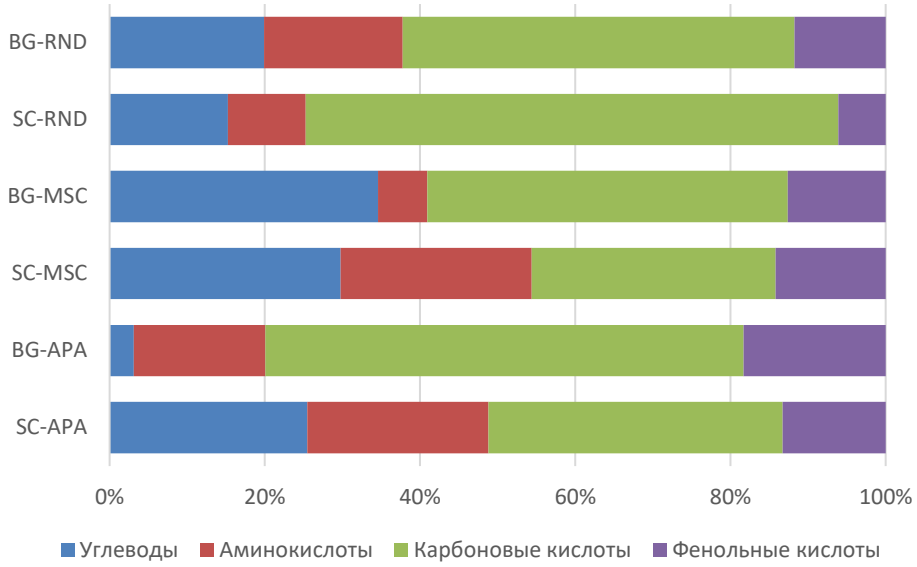


Рисунок 3. Функциональная структура микробного сообщества конструктоземов в сравнении с естественными аналогами. SC-APA – Апатиты, SC-MSC – Москва, SC-RND – Ростов-на-Дону; BG (Background) - фоновые почвы.

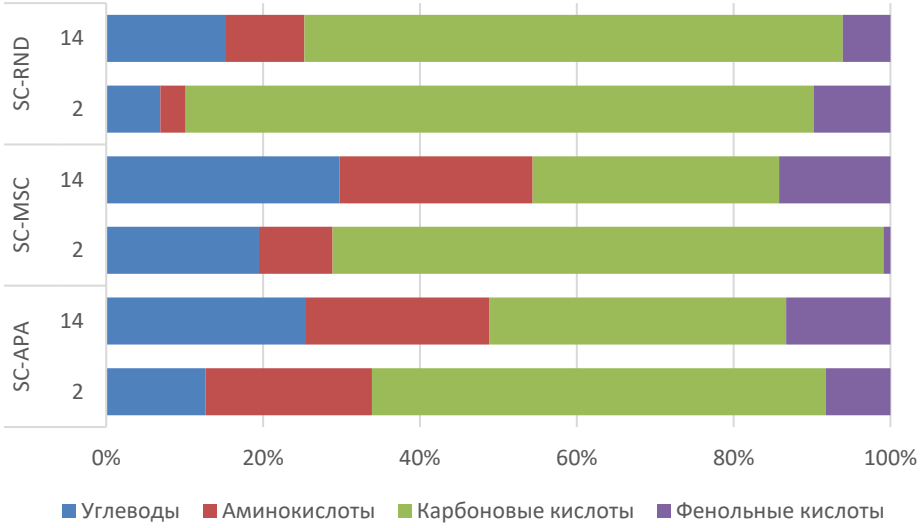


Рисунок 4. Функциональная структура микробного сообщества конструктоземов в различное время наблюдений. SC-APA – Апатиты, SC-MSC – Москва, SC-RND – Ростов-на-Дону; BG (Background) - фоновые почвы; 2 – спустя 2 месяца после создания, 14 – спустя 14 месяцев после создания.

Заключение

Чувствительность микробиологических показателей к внешним воздействиям позволяет оценить изменения в функционировании почвенных микроорганизмов. За период 14 месяцев почвенные конструкции, созданные в разных климатических зонах, существенно отличались по количественным параметрам и функционированию микробных сообществ от природных аналогов. Они характеризовались низким содержанием микробной биомассы, а также ее высокой дыхательной активностью и высоким значением удельного дыхания. Такое состояние микробных сообществ почвенных конструкций свидетельствует о нестабильности экосистем на данном этапе развития. Однако хорошо прослеживается тенденция к изменению свойств микробных сообществ в сторону естественных аналогов. Например, в конструктоземах Апатитов содержание микробной биомассы и базальное дыхание возросли. Вероятно, микробные сообщества северных экосистем, имея более короткий жизненный цикл, быстрее адаптируются к меняющимся условиям среды и как результат за исследуемый период времени более близки по свойствам к естественным аналогам. В конструктоземах Москвы и Ростова-на-Дону, несмотря на снижение значений вышеупомянутых показателей, микробный метаболический коэффициент более стабилен во времени. Для этих городов также характерна тенденция к изменению функционального профиля микробных сообществ в сторону естественных аналогов, при этом отмечено сходство в структуре микробных сообществ для Апатитов и Москвы.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ # 17-77-20046 и госзадания 122022400109-7 (FMEZ-2022-0011).

Список литературы

1. Брянская, И. П., Васенев В. И., Брыкова Р. А., Маркелова В. Н.,. Ушакова Н. В, Госсе Д. Д., Гавриленко Е. В., Благодатская Е. В. Анализ ввозимых почвогрунтов для прогнозирования запасов углерода в почвенных конструкциях московского

мегаполиса. // Почвоведение. 2020 no. 12: 1537–46. https://doi.org/10.31857/s0032180x20120047.
2. Саржанов Д. А., Васенев В. И., Сотникова Ю. Л., А. Тембо, И. И. Васенев, Валентини Р. Краткосрочная Динамика и Пространственная Неоднородность Эмисии CO 2 Почвами Естественных и Городских Экосистем Центрально-Черноземного Региона // Почвоведение 2015 (4): 469–78. https://doi.org/10.7868/s0032180x15040097.
3. Смагин А. В., Садовникова Н. Б. Создание Почвоподобных Конструкций // Почвоведение. 2015 (9): 1112–23. https://doi.org/10.7868/s0032180x15090117.
4. Ananyeva N. D., Susyan E. A., Chernova O. V., Wirth S. Microbial Respiration Activities of Soils from Different Climatic Regions of European Russia. // European Journal of Soil Biology. 2008. 44 (2): 147–57. https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2007.05.002.
5. Anderson, J.P.E.; Domsch, K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. // Soil Biol. Biochem. 1978, 10, 215–221, https://doi.org/10.1016/0038-0717(78)90099-8.
6. Anderson, T. H., Domsch K. H. Soil Microbial Biomass: The Eco-Physiological Approach. //Soil Biology and Biochemistry. 2010. 42 (12): 2039–43. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2010.06.026.
7. Chapman S. J., Campbell C. D., Artz R. R. E.. Assessing CLPPs Using MicroRespTM - A Comparison with Biolog and Multi-SIR. // Journal of Soils and Sediments. 2007. https://doi.org/10.1065/jss2007.10.259.
8. Chien, S. Ch., Krumins J. A. Natural versus Urban Global Soil Organic Carbon Stocks: A Meta-Analysis. // Science of The Total Environment, 2021. October, 150999. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150999.
9. Creamer R. E., Stone D., Berry P., Kuiper I. Measuring Respiration Profiles of Soil Microbial Communities across Europe Using MicroRespTM Method. // Applied Soil Ecology 2016. 97 (January): 36–43. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.08.004.
10. Deeb M., Groffman P. M., Blouin M., Egendorf S. P., Vergnes A., Vasenev V., Cao D., Walsh D., Morin T., Séré G. Using Constructed Soils for Green Infrastructure-Challenges and Limitations. // SOIL. 2020. https://doi.org/10.5194/soil-6-413-2020ï.
11. Fabbri, D., Pizzol R., Calza P., Malandrino M., Gaggero E., Padoan E., and Ajmone-Marsan F. Constructed Technosols: A Strategy toward a Circular Economy. // Applied Sciences (Switzerland) 2021. 11 (8). https://doi.org/10.3390/app11083432.
12. González-Méndez, B., Chávez-García E.. Re-Thinking the Technosol Design for Greenery Systems: Challenges for the Provision of Ecosystem Services in Semiarid and Arid Cities. // Journal of Arid Environments. 2020. Academic Press. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2020.104191.
13. Hazelton P., Murphy B. Understanding Soils in Urban Environments, CSIRO Publishing.: 2021, 186 p.
14. Ivashchenko, K., Ananyeva N., Vasenev V., Sushko S., Seleznyova A., and Kudeyarov V. Microbial C-Availability and Organic Matter Decomposition in Urban Soils of Megapolis Depend on Functional Zoning. // Soil and Environment. 2019. 38 (1): 31–41. https://doi.org/10.25252/SE/19/61524.
15. Ivashchenko, K., Ananyeva N., Vasenev V., Ryzhkov O., Kudeyarov V., Valentini R.. Soil Microbial Biomass and Gas-Production Activity (CO2) in Chernozems of Different Land Use. // Soil water journal. 2015. 0 (0). https://doi.org/10.21657/tsd.47684.
16. Ivashchenko, K., Lepore E., Vasenev V., Ananyeva N., Demina S., Khabibullina F., Vaseneva I., et al. Assessing Soil-like Materials for Ecosystem Services Provided by Constructed Technosols. // Land. 2021.10 (11): 1185. https://doi.org/10.3390/land10111185.

17. O'Riordan, R., Davies J., Stevens C., Quinton J. N., Boyko C... The Ecosystem Services of Urban Soils: A Review. // Geoderma. 2021. 395 (August). https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115076.
18. Saccá, M. L.a, Anna Barra Caracciolo, di Lenola M., Grenni P. Ecosystem Services Provided By Soil Microorganisms. // Soil Biological Communities and Ecosystem Resilience, 2017. 9–24. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63336-7_2.
19. Vasenev, V. I., Smagin A. V., Ananyeva N. D., Ivashchenko K. V., Gavrilenko E. G., Prokofeva T. V., Paltseva A., Stoorvogel J. J., Gosse D. D., Valentini R.. Urban Soil's Functions: Monitoring, Assessment, and Management. // Adaptive Soil Management: From Theory to Practices, 2017. 359–409. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-3638-5_18.
20. Vasenev, V. I., Stoorvogel J. J., Plyushchikov V. G., Ananyeva N. D., Ivashchenko K. V., Romzaykina O. N. Basal respiration as a proxy to understand spatial trends in co 2 emissions in the moscow region. // RUDN journal of agronomy and animal industries, 2016. no. 4: 94–107. https://doi.org/10.22363/23122797XX2016644944107.
21. Wang, M., Markert B., Shen W., Chen W., Peng C., Ouyang Zh.. Microbial Biomass Carbon and Enzyme Activities of Urban Soils in Beijing. // Environmental Science and Pollution Research. 2011 18 (6): 958–67. https://doi.org/10.1007/s11356-011-0445-0.

МОРФОАНАЛИТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАНГАРЬЯ

Гагулина А.А., Киселева Н.Д.
Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия
gagulina99@mail.ru

MORPHOGENETIC FEATURES OF SOME SOILS IN THE SOUTHERN ANGARA REGION

Gagulina A.A., Kiseleva N.D.
Irkutsк State University, Irkutsk, Russia
gagulina99@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию морфоаналитических особенностей почв Южного Приангарья – в данном случае почв долины реки Унги. В материале рассматривается условия почвообразования региона: климат, рельеф, геология и гидрография. Анализ исследований ведущих почвоведов региона. Для оценки морфоаналитических особенностей исследуемых почв были использованы общепринятые в почвоведении методики (определение органического вещества почвы, содержание легкорастворимых солей и карбонатов методом Голубева, гипса солянокислым способом). Изученные почвы долины реки Унги имеют средне- и тяжело-суглинистый гранулометрический состав, мощный гумусовый горизонт с высоким содержанием гумуса, щелочную реакцию pH, содержат гипс и карбонаты. Морфоаналитические особенности почв отражают условия почвообразования через унаследование окраски и физико-химических свойств от почвообразующих пород

Ключевые слова: Южное Приангарье, гипсоносные почвы, морфологические особенности, водная вытяжка.

Abstract. The article is devoted to the study of morpho-analytical features of soils of the Southern Priangarye - in this case soils of the Unga river valley. The material examines the conditions of soil formation in the region: climate, topography, geology and hydrography.

Analysis of studies by leading soil scientists of the region. To assess the morpho-analytical features of the studied soils, generally accepted methods in soil science were used (determination of soil organic matter, content of readily soluble salts and carbonates by the Golubev method, gypsum by hydrochloric acid method). The studied soils of the Unga river valley have average- and heavy-loamy granulometric composition, a powerful humus horizon with high content of humus, alkaline reaction pH, contain gypsum and carbonates. The morpho-analytical features of soils reflect the conditions of soil formation through inheritance of colour and physical and chemical properties from soil-forming rocks

Keywords: Southern Priangarie, gypsiferous soils, morphological features, aqueous extract.

Южное Приангарье – обширная территория со своеобразными природными условиями, что обуславливает ее неоднородный почвенный покров с большим многообразием типов и подтипов почв. Почвы Южного Приангарья вызывают большой научный интерес, благодаря своему уникальному морфологическому облику. Изучение морфологического облика и его особенностей является неотъемлемой частью в составлении полной картины генезиса почвы.

Цель исследования: определить взаимосвязь морфологического облика почв Южного Приангарья с особенностями их генезиса.

Для достижения цели исследования нами были поставлены следующие задачи: изучить и проанализировать литературные источники, посвященные исследованию морфологических признаков почв Южного Приангарья; проанализировать особенности условий почвообразования региона, как причины самобытности морфологического профиля; сопоставить морфологический профиль почв с результатами химического анализа.

В качестве обьектов исследования в работе рассмотрены почвы долины реки Унги Нукутского района. Этот район исследования выбран из-за большого разнообразия условий почвообразования: большая расчленённость рельефа, своеобразные почвообразующие породы, особые климатические условия района и т.д.

Как многократно отмечалось ведущими почвоведами региона, внёсшими в 40–60-х гг. XXв. основной вклад в развитие почвоведения в Южном Приангарье: И. В. Николаевым (Николаев, 1949), О. В. Макеевым (Макеев, 1959), Б. В. Надеждиным (Надеждин, 1961), многие почвы региона не «укладывались» в рамки существовавших в те годы представлений о генезисе и классификации почв.

К аналогичным выводам пришли И. П. Герасимов (Герасимов, 1963), Б. Г. Розанов, И. А. Соколов (Соколов, 1991) и другие ведущие почвоведы СССР. Так, И. П. Герасимов, ознакомившись в полевой экскурсии с некоторыми почвами Южного Приангарья, очень метко назвал их «самобытными» (Герасимов, 1963). В.А. Кузьмин к отличительным морфологическим особенностям черноземов Южного Приангарья относит черноземы с маломощным гумусовым профилем при высоком содержании гумуса в верхнем горизонте, интенсивное промерзание и длительное сохранение сезонной мерзлоты (Кузьмин,1980). Б. Г. Розанов в 70-х гг., будучи проездом в Иркутске с группой студентов и характеризуя подготовленные для него разрезы в окрестностях Иркутска, также отметил большую специфику представленных им почв (Воробьева, 2017).

Рельеф территории представлен столовыми возвышенностями, прорезанными широкими долинами небольших рек и ручьев, оврагами и распадками. Абсолютные отметки водоразделов 600-660м., днища долин расположены на уровне отметок около 400м.

В геологическом строении (рис.1) территории принимают участие кембрийские и юрские коренные породы, перекрытые маломощным чехлом четвертичных рыхлых

отложений. Ниже представлена стратиграфическая схема отложений, выходящих на поверхность, либо расположенных вблизи поверхности земли. Более древние отложения вскрыты при проходке буровых скважин на значительных глубинах.

Большая часть территории сложена породами нижней подсвиты верхоленской свиты. Они слагают днища долин и пологие склоны. Породы относительно неустойчивы, содержат прослои гипса и являются потенциально карстоопасными. Водоразделы сложены пологозалегающими прочными песчаниками средней подсвиты верхоленской свиты. Четвертичные отложения выполняют днища долин и перекрывают коренные породы (Шишов, 2006).

Рисунок 1. Геология Нукутского района (Атлас, 2004)

Климат территории резко-континентальный с холодной, продолжительной зимой и жарким летом.

К основным климатообразующим факторам территории можно отнести:

• удаленность от морей и расположение в центре материка;
• значительная приподнятость территории над уровнем моря;
• близость крупных водных объектов (оз. Байкал и ангарские водохранилища);
• особенности циркуляции атмосферы (циклоны и антициклоны).

Наступление холодного периода начинается достаточно резко, что вызвано образованием мощных малоподвижных антициклонов. Самый холодный месяц в году январь со среднемесячной температурой -23,1°С. Абсолютный минимум равен -55°С. Переход средней суточной температуры к положительным значениям происходит в середине апреля. Продолжительность безморозного периода составляет 183 дня. Наиболее теплый месяц – июль со среднемесячной температурой +17,2°С. Абсолютный максимум температуры равен +36°С. Переход к среднесуточной температуре выше +10°С осуществляется в конце мая.

Атмосферные осадки обусловлены циклонической деятельностью. Годовое количество осадков составляет 399 мм. 80% годовой нормы осадков выпадает в тёплый период с мая по октябрь. Зима на рассматриваемой территории длится 6 месяцев. Максимум осадков приходится на июль-август, минимум на февраль-март.

Из-за малого количества твёрдых осадков мощность снежного покрова, как правило, невелика и на большей территории составляет около 37 см, максимальная – 63 см (Генеральный план МО, 2012).

Основная водная артерия, несущая воды с низкой минерализацией (0,1 г/л) – р.Ангара. Притоки р.Ангары (р.Белая, Унга, Оса, Ида) отличаются очень низкой зимней меженью, бурными весенними половодьями и летними паводками (Беркин, 1993).

Гидрографическая сеть представлена мелкими водоемами и водотоками, зачастую с пересыхающими руслами. Наиболее крупными реками территории являются р. Нукутка (5 км) и р. Хамхарский (8 км), впадающие в заливы Нукутка и Хамхарский соответственно. Питание рек смешанное (дождевое, снеговое, подземное). Химический состав вод – в основном сульфатно-гидрокарбонатный (Са), минерализация более 1000 мг/л.

Низкая температура поверхностных вод, значительное содержание сульфидов (преобразуются в серную кислоту) и органических веществ в породах кембрия и юры благоприятствуют обогащению подземных вод углекислотой и повышению их агрессивных свойств по отношению к карбонатным породам. В подземные воды углекислота также может попадать за счет окисления органических веществ – постоянной примеси в карбонатных породах.

На территории исследования выделяются поверхностные воды четвертичных отложений и пластово-трещинные воды нижнего кембрия. Воды района обладают повышенной минерализацией. Подземные воды находятся на глубине 21-34 м. Они сульфатно-кальциевые жесткие с минерализацией до 2,8 г/л. Гипсоносные карбонатные породы нижнего кембрия почти полностью лишены подземных вод. Отложения верхнего кембрия и юры здесь сильно дренированы, а воды нижнего кембрия характеризуются повышенной минерализацией (1,5-5 г/л) и сульфатным составом. Вода рек Унги и Залари жесткая с повышенной минерализацией (Воробьева,1984).

Растительность представлена в основном степными ассоциациями. В Приангарских степях ботаники обнаружили 358 видов растений, в том числе 35 видов злаков, 15 видов полыней. Из состава флоры исчезает ряд западносибирских видов, но присоединяются горные монголо-сибирские растения, среди которых пырей гребенчатый, пырей ползучий, ковыль степной, вострец, тонконог, полынь горькая, чабрец, подмаренник северный и другие.

Луговая растительность занимает речные долины и днища падей. В составе травянистых растений лугов преобладает разнотравье, злаки и бобовые. Они является основным источником кормов для животноводства.

Из лекарственных растений в области наиболее известны кровохлебка лекарственная, тысячелистник обыкновенный, зверобой, купена лекарственная, толокнянка, ромашка лекарственная и другие (Беркин, 1993).

Почвы Южного Приангарья отличаются своей пестротой и разнообразием. Это можно объяснить особенностями рельефа, своеобразным геологическим строением пород и большим разнообразием биоклиматических условий.

Чернозёмы формируются на древних террасах рек пологих южных склонах коренных берегов (Корзун, 1979).

Среди подтипов черноземов этого района наиболее распространен чернозем карбонатный. Близкое залегание к поверхности карбонатного горизонта может быть связано с сельскохозяйственной деятельностью района (в результате распашки территории усиливаются эрозионные процессы, пастбищная дегрессия и гидротермический режим почв, вследствие чего растворимые карбонаты из нижележащих горизонтов поднимаются вверх во время испарения влаги из верхних быстрее прогреваемых горизонтов).

Мощность гумусового горизонта 20-40 см. Черноземам региона соответствуют общие характеристики типа почв, но разделение на подтипы сопряжено с трудностями, поскольку черноземы региона не соответствуют ни одному эталонному образцу подтипа (Хисматулин, 1962).

Еще одним наиболее распространенным типом являются дерново-карбонатные почвы. Данный тип почв формируется на положительных формах рельефа, и приурочен к территориям, сложенным известняками, доломитами и красноцветными карбонатно-

силикатными породами (Атлас Иркутской области, 1962). Дерново-карбонатные типичные почвы характеризуются присутствием карбонатов во всех горизонтах. Мощность гумусового горизонта 15-30 см. Гранулометрический состав от легко- до тяжелосуглинистого, на красноцветных породах – глины и тяжелые суглинки (Шишов, 2006).

Так же на территории Южного Приангарья среди основных типов встречаются гипсоносные почвы, которые формировались и формируются на делювии кембрийских осадочных пород в условиях холмисто-равнинного рельефа, обусловленного водно-эрозионными процессами, создавшими расчленение поверхности многочисленными долинами и ложбинами. Гипсоносные почвы расположены на возвышенных частях первых надпойменных речных террас, а также в пониженных частях рельефа и в долинах рек. (Киселева, Лопатовская, 2010)

В качестве объектов исследования были выбраны почвы, формирующиеся на продуктах выветривания и переотложения кембрийских осадочных пород, главной особенностью которых является карбонатно-сульфатный состав.

В долине реки Унги на террасированном берегу склона северо-восточной экспозиции заложен почвенный разрез «Унга-1» – почва чернозем дисперсно-карбонатный загипсованный (рис.2), формула профиля – AUca-BCAdc-DCcs,ca-Cca,cs. Рельеф участка слабо-волнистый. Основной растительностью на участке является бобово-разнотравная злаковая степь.

Почва имеет мощный гумусовый слой темно-серого цвета, далее сменяется насыщенным охристо-бурым цветом, унаследованным от породы. Почвообразующими породами служат продукты выветривания верхнекембрийских красноцветных отложений. Гранулометрический состав утяжеляется сверху вниз, в целом почва тяжелосуглинистая. Вскипание от 10% HCL наблюдается по всему почвенному профилю, в нижней части профиля вскипание бурное. Новообразования карбонатные в виде пропитки. Предположительно присутствие гипсовых новообразований (в 10 метрах от разреза были обнаружены выходы гипсоносных пород). На глубине 79-96 см обнаружена сусловина, заполненная гумусовым веществом.

Показатели pH чернозема (рис.2.) варьируют от нейтральной (7,25) до щелочной (8,25). Постепенное увеличение показателя pH в профиле почвы может быть обусловлено аккумуляцией карбонатных и гипсовых новообразований из подстилающей породы, что подтверждается морфологическими признаками.

Почвенный профиль характеризуется мощной и ярко выраженной гумусовой толщей (46 см), что является характерным для почв данного типа. После проведение анализа определения содержания органического углерода методом И.А. Тюрина мы выяснили, что чернозем дисперно-карбонатный загипсованный обладает высоким содержанием гумуса (7,17%), которое постепенно уменьшается сверху вниз по почвенному профилю.

Количество карбонатов резко возрастает на глубине 40-50 см. Примерно на этой же глубине вскипание почвы от 10% HCL протекает наиболее интенсивно. Накопление карбонатов в срединной части профиля подтверждает более светлая окраска по сравнению с верхней и нижней частью профиля. Почва является сильно выщелоченной (максимальное содержание карбонатов 20,8%) и среднекарбонатной.

Определение легкорастворимых солей методом водной вытяжки показало аккумуляцию солей в средней части профиля (на глубине от 40 до 110 см). Далее вниз по профилю содержание солей постепенно снижается.

Преобладающим ионом в водной вытяжке исследуемого чернозема дисперно-карбонатного загипсованного является сульфат-ион, что подтверждает наличие гипсовых

новообразований. Содержание обменного Са является преобладающим среди катионов. Тип засоления в почве – по анионам сульфатный, по катионам – кальциевый.

Определения гипса проводили солянокислым методом, и выявлено что основное накопление гипса в профиле почвы происходит в срединной части профиля, содержание до 10%. Предположительно, гипс чернозема дисперно-карбонатного загипсованного имеет педогенное происхождение.

Гранулометрический состав, определенный в полевых условиях, как «тяжелосуглинистый» подтверждается большим содержанием физической глины в почве.

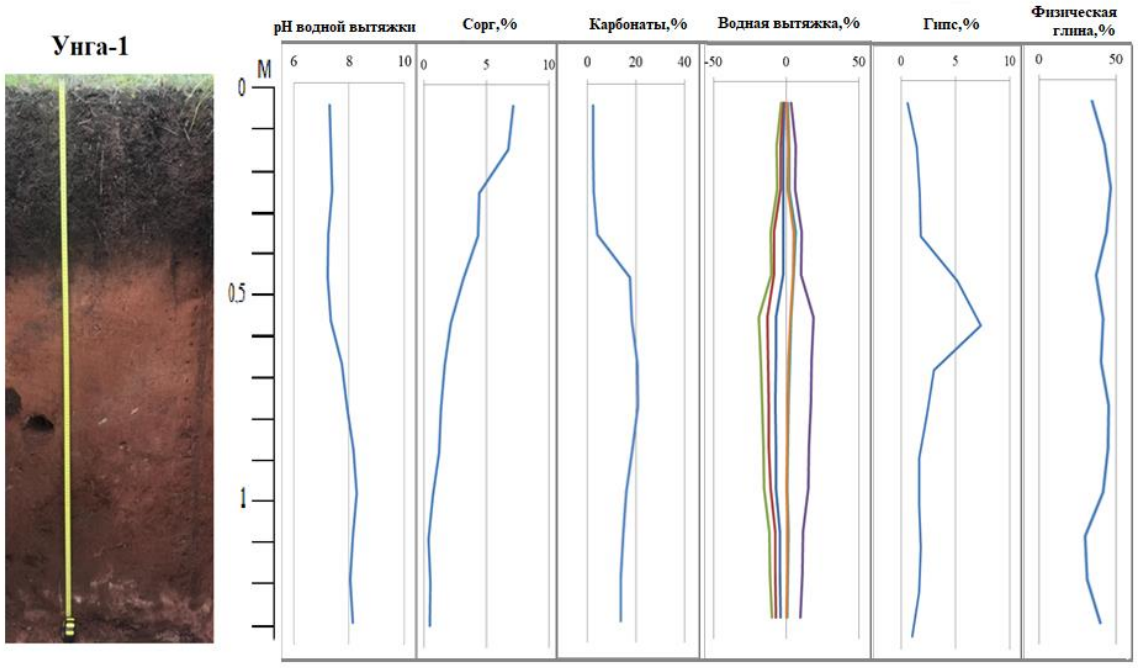


Рисунок 2. Показатели химических свойств чернозема дисперно-карбонатного загипсованного

Разрез «Унга-3» заложен на береговой линии реки Унги в 100 метрах от ЛЭП на северо-восток (рис.3). Почва серогумусовая типичная, формула профиля – AY-Ccs-[AYcs]-C˜˜cs-[AYcs,ca]-C˜˜cs,ca-[AYcs,ca]-C˜˜cs,ca. Рельеф участка слабо-волнистый. Основной растительностью на участке являются кустарники ива плакучая и курильский чай. Травянистый ярус составляют преимущественно злаки.

Внешний облик почвенного разреза обладает заметной слоистостью, в виде чередования прослоек более темной и более светлой окраски, формировавшихся в условиях разной интенсивности паводков. По всему почвенному профилю наблюдаются белесоватые пятна размером 0,5-2 см (карбонатные и гипсовые выпоты). Нижний горизонт отличается повышенной гумусированностью. Гранулометрический состав неравномерен (легкий суглинок сменяет средний суглинок, и наоборот). Вскипание от 10% HCL начинается с глубины 45 см.

Профиль серогумусовой почвы (рис.3) также обладает щелочной реакции среды: от нейтральной (6,5) до щелочной (8,2). Особенностью данного почвенного профиля является его неравномерность в показателях pH, что хорошо отражено на его графике. Почвы обладает высоким содержанием гумуса (7,06%), отмечается его резкое уменьшение содержания на глубине 130-140 см. Чередование прослоек более темной и более светлой окраски отражается на графике незначительным колебанием содержания гумуса.

Содержание карбонатов в профиле серогумусовой почвы отличается своей равномерностью. Количество карбонатов практически не изменяется на протяжении всей глубины. Морфологически это выражается равномерным распределением белесых пятен по всему почвенному профилю. Данную почву можно охарактеризовать как средневыщелоченную.

При анализе показателей водной вытяжки выявлено, что максимальное скопление анионов и катионов легкорастворимых солей сосредоточено на глубине 14-50 см, это подтверждается наиболее осветленным горизонтом по сравнению с морфологическим обликом всего почвенного профиле исследуемой почвы. Преобладающим анионом является сульфат-ион, из катионов – кальций, тип засоления –сульфатно-кальциевый.

Гипсоность горизонта подтверждается графиком распределения гипса, определенным солянокислым методом. Наибольшие максимумы содержания гипса прослеживаются на глубине 14-20 см и на глубине 50- 70 см.

Содержание физической глины в профиле почвы крайне неравномерно, что может быть связано с условиями ее почвообразования.

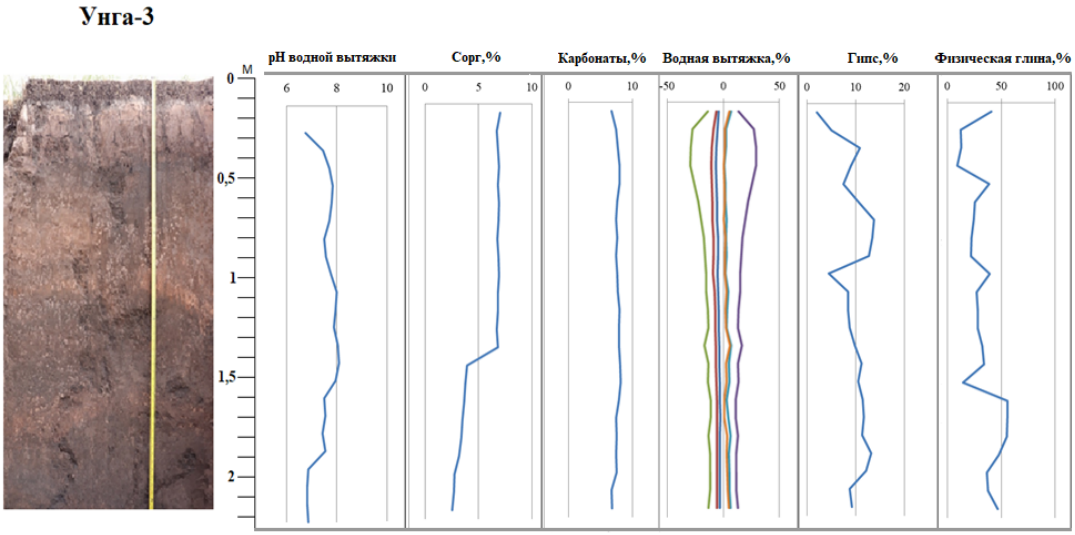


Рисунок 3. Показатели химических свойств серогумусовой типичной почвы

Исследуемые почвы сформированы в условиях степных ландшафтов на верхнекембрийских породах под влиянием резкоконтинентального засушливого климата. По результатам морфо-аналитического исследования имеют следующие особенности:

Морфологические свойства отражают условия почвообразования через унаследование окраски и физико-химических свойств от почвообразующих пород.

Исследуемые почвы имеют щелочную реакцию среды (7,5-8,25), что связано с высоким содержанием карбонатов и гипса в почвенных профилях.

В изученных почвах засоление выявлено в средней части профиля, что хорошо выражено морфологически в виде новообразований и подтверждается результатами водной вытяжки.

Основной тип засоления почв долины реки Унги – сульфатно-кальциевый.

Почвы территории исследования имеют мощную гумусовую толщу (до 50 см в черноземе дисперсно-карбонатном загипсованном, до 130 см в серогумусовой почве) и высокогумусированы (до 7% гумуса).

Список литературы

1. Атлас Иркутской области. – М. : Иркутск : ГУГК, 1962. – 182 с.
2. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития/ под ред. А.Н. Антипова. – М. ; Иркутск : Роскартография ; Ин-т географии СО РАН, 2004. – 90 с.
3. Беркин Н.С. Иркутская область (природные условия административных районов) / Н.С. Беркин, В.М. Бояркин – Иркутск : ИГУ, 1993, С.185 – 195.
4. Воробьева Г.А. Новая интерпретация особенностей строения и свойств почв Приангарья / Г.А. Воробьева, М.А. Корзун // Проблемы использования и охраны почв Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск : Наука, 1984. – С. 240.
5. Воробьева Г.А. Проблемы индексации почвенных горизонтов, номенклатуры почв Прибайкалья и их классификации./ Г.А. Воробьева // Известия Ирк-го Гос. Ун-та. – серия «Биология. Экология», 2017. – Т 21 – С. 61–71.
6. Генеральный план муниципального образования «Нукуты» Нукутского района Иркутской области: материалы по обоснованию проекта : Санкт-Петербург – Нукуты, 2012. – 127 с. – (Ленгипрогор).
7. Герасимов И. П. Самобытность генетических типов почв Сибири / И. П. Герасимов // Сиб. геогр. сб. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – № 2 – С. 123–155.
8. Киселева Н. Д. Особенности профильного распределения гипса в некоторых почвах Приангарья/ Н.Д. Киселева, О.Г. Лопатовская// Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2010. № 9. С. 17–22
9. Корзун М.А. Почвы Иркутской области / М.А. Корзун, В.А. Кузьмин // Почвы Иркутской области, их использование и мелиорация. – Иркутск : Изд-во Иркут.Гос.Ун-та, 1979. – С. 17-36.
10. Кузьмин В.А. Почвы Предбайкальского участка зоны БАМ / В.А. Кузьмин // Почвенно-географические и ландшафтно-геохимические исследования в зоне БАМ. – Новосибирск : Наука., Сиб. отд., 1980. – С. 11–98.
11. Макеев О.В. Дерново-таежные почвы юга Средней Сибири / О.В. Макеев. – Улан Удэ, 1959. – 347 с.
12. Надеждин Б.В. Лено-Ангарская лесостепь (Почвенно-географический очерк) / Б.В. Надеждин. – М. : Изд-во АН СССР, 1961. – 328 с.
13. Николаев И.В. Почвы Иркутской области / И.В. Николаев. – Иркутск : ОГИЗ, 1949. – 403 с.
14. Соколов И.А. Некоторые теоретические итоги и проблемы изучения почв Восточной Сибири и Дальнего Востока / И. А. Соколов // Почвоведение. – 1991. – № 5. – С. 131–145.
15. Хисматулин Ш.Д. Засоленные почвы речных долин Южного Приангарья / Ш.Д. Хисматулин // Труды первой сибирской конференции почвоведов – Красноярск . – 1962. – С. 298 – 314.
16. ШишовЛ.Л., ПанковаЕ.И. Засоленные почвы России.. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2006. – 854 с.

ПАСТБИЩНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ НА ФОНЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Гасанова З.У., Биарсланов А.Б., Муртазалиев Р.А.
Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН
Махачкала, Россия
zgasanova@list.ru

PASTURE ECOSYSTEMS OF THE NORTH-WESTERN CASPIAN REGION AGAINST THE BACKGROUND OF CLIMATE CHANGES

Gasanova Z.U., Biarslanov A.B., Murtazaliev R.A.
Precaspian Institute of Biological Resources of the Daghestan FRC RAS,
Mahachkala, Russia
zgasanova@list.ru

Аннотация. В работе рассматривается тема отклика региональных ландшафтов на климатические изменения. Для легкосуглинистых светло-каштановых почв отмечается снижение степени засоления профилей. На супесчаных светло-каштановых почвах в период ослабления аридизации произошла частичная самомелиорация деградированных участков, в период усиления аридизации - образовались разбитые пески. В составе растительности выросло участие сорных растений.

Ключевые слова: аридизация, климат, гидротермический коэффициент, ГТК.

Abstract. The paper discusses the response of regional landscapes to climate changes. For light loamy light chestnut soils, there is a decrease in salinity degree of soil profiles. On sandy loam light chestnut soils, during the period of weakening of aridization, partial self-reclamation of degraded areas occurred, during the period of strengthening of aridization, broken sands formed. The participation of weeds has grown in the composition of vegetation.

Keywords: aridization, climate change, hydrothermal coefficient.

Климатические изменения вследствие глобального потепления на первый план выводят тему отклика региональных ландшафтов на внешние возмущения среды, что особенно актуально для пастбищных экосистем аридных и субаридных регионов. Особенностью климата в Северо-Западном Прикаспии является его некоторое отклонение от общего тренда глобального потепления: с 80 х гг. прошлого столетия и до 2006-2010 гг. отмечается увеличение осадков, что способствовало ослаблению аридизации климата. Одновременно повышалась среднегодовая температура, с 2010 по настоящее время - количество осадков уже снижается, среднегодовая температура продолжает подниматься, климатический тренд идет в сторону усиления аридизации климата (Рисунок).

Изменение климата согласуется с зонами увлажнения Селянинова в соответствии с гидротермическим коэффициентом (ГТК): с 1989 по 1998 г. ГТК растет, но еще остается в слабо засушливой зоне, с 1998 г. по 2013 г. ГТК ≥ 1.3, что соответствует влажной зоне. С 2007 г. и по настоящее время ГТК снижается.

Помимо климатических изменений пастбищные экосистемы периодически испытывают усиление или ослабление лугового режима в соответствии с колебаниями уровня Каспийского моря. С 1977 по 1995 г. уровень моря повышается, с 1995 г. до 2006 г. - относительная стабилизация, с 2006 г. по настоящее время - уровень снижается.

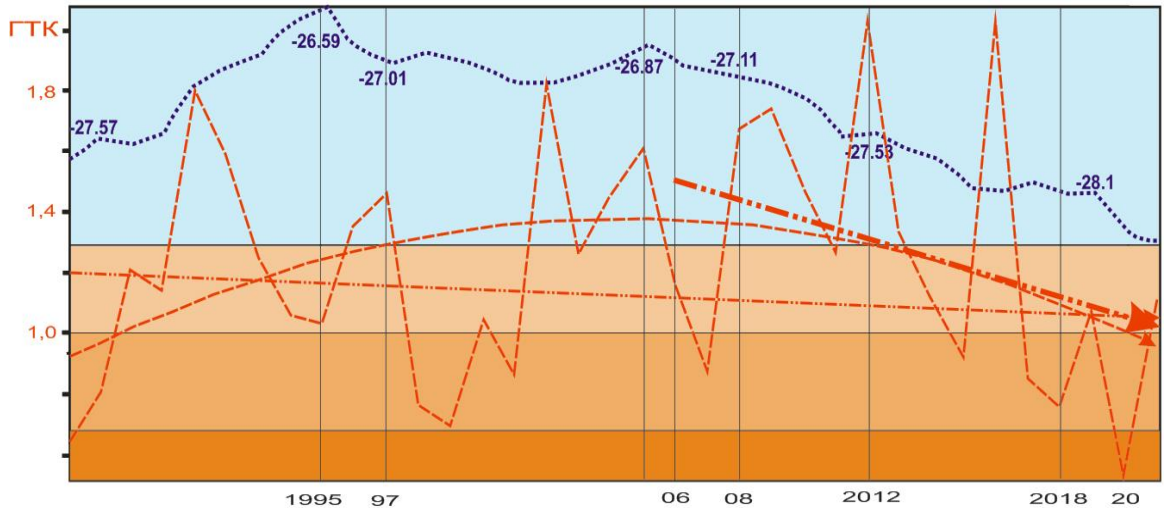


Рисунок. Зоны увлажнения в Северо-Западном Прикаспии по Селянинову. Тарумовский район, пос. Кочубей, 1987-2021.

Очень засушливая (0,4-0,7); засушливая (0,7-1,0); слабо засушливая (1,0-1,3); влажная (> 1,3). ГТК – гидротермический коэффициент (пунктирная линия).

Уровень Каспийского моря, м (точечная линия). ГТМС Махачкала.

Особенностью аридных регионов часто является присутствие в почвах легкорастворимых солей, подверженных сезонной и многолетней динамике и даже небольшие отклонения гидротермических условий способствуют изменению засоления почвенных профилей и растительности.

Цель работы: дать оценку почв и растительности в условиях меняющегося климата.

Объектом исследования были выбраны профили светло-каштановых почв в центральной части Терско-Кумской низменности, занимающей значительную часть Северо-Западного Прикаспия. Исследования проводились в летний период (июль).

С 1990 по 2018 гг. в верхней почвенной легкосуглинистой толще (0-30 см) снизилась степень засоления - от средней до слабой в 2011 г. К 2018 г. профиль характеризовался как незасоленный. В нижней толще степень засоления снизилась от сильной до слабой. В условиях интенсивного выпаса наблюдалось притормаживание рассоления профилей по сравнению с почвами огражденных от выпаса. После 2012 г., когда ГТК уже соответствовал засушливой зоне (по Селянинову), в растительном покрове выросло участие сорной растительности (якорцы, лебеда белая).

На легких песчаных и супесчаных почвах повышение осадков (в период до 2006 г.) способствовало частичной самомелиорации деградированных ареалов почв: в микропонижениях сети полевых дорог накопились солянки (перекати-поле), создав слой дернины. В период усиления аридизации в растительном покрове в составе злаково-полынных ассоциаций появились дурнишник, ширица, лебеда белая.

На легких почвах вследствие перевыпаса образовались открытые пески.

За последние пять лет в 2,5 раза снизилась продуктивность эфемеровой растительности на фоне повышения среднегодовых значений температуры окружающей среды и понижения количества выпадающих осадков. Высокая антропогенная нагрузка, климатические изменения и крайне засушливое лето 2020 г. на Юге России привели к деградации пастбищных угодий и близлежащих территорий, что проявляется в виде песчаных (пыльных) бурь.

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА В РАЗНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮФУ

Даденко Е.В.
Южный федеральный университет Ростов-на-Дону, Россия
evdadenko@sfedu.ru

ENZYME ACTIVITY OF CHERNOZEM IN VARIOUS PLANT COMMUNITIES OF THE BOTANICAL GARDEN

Dadenko E.V.
Southern Federal University Rostov-on-Don, Russia
evdadenko@sfedu.ru

Аннотация. Исследована активность дегидрогеназ и интенсивность ФДА гидролиза в черноземе Ботанического сада ЮФУ под разными растительными сообществами. Степень изменений зависит от особенностей фитоценоза. Максимальные уровни активности ферментов отмечены под естественной степной и лиственной растительностью. Минимальные значения отмечены под сосной и на пашне.

Ключевые слова: ферментативная активность, фитоценоз, чернозем обыкновенный.

Abstract. The activity of dehydrogenases and the intensity of PDA hydrolysis of chernozem under various plant communities were studied. The results showed that soil enzyme activities varied significantly among different plant communities. The maximum levels of enzyme activity were noted under natural steppe and deciduous vegetation. The minimum values are marked under the pine tree.

Keywords: enzyme activity, plant communities, ordinary chernozem.

Все биохимические превращения, происходящие в почве, зависят от присутствия в ней ферментов. В общем ферментативном пуле почв выделяют внутриклеточные ферменты, локализация и активность которых связана с живыми клетками. Внеклеточные ферменты можно охарактеризовать как свободные ферменты, секретируемые клетками, но локализованные в жидкой или твердой почвенной фазах. Очень часто внутриклеточные ферменты, активность которых напрямую связана с почвенными микроорганизмами предлагается использовать как меру интенсивности микробного метаболизма в почве. Такими показателями являются активность дегидрогеназ и интенсивность гидролиза флуоресцеин диацетата (ФДА).

Гидролиз ФДА может использоваться как мера общей гидролитической способности почв, активность дегидрогеназ как индикатор окислительно-восстановительной способности (Gaspar M.L., 2001; Tabatabai 1994; Das, Varma, 2011; Даденко и др., 2021).

Целью нашей работы являлось изучение активности дегидрогеназ и интенсивности ФДА гидролиза чернозема обыкновенного под разными фитоценозами. В качестве объекта исследования выступал чернозем обыкновенный Ботанического сада ЮФУ. Это уникальная площадка, где возможно проведение самых разнообразных исследований, в том числе посмотреть как влияют растения на активность ферментов. Изучение велось на залежном участке экспозиции «Приазовская степь» находящемся на типчаковой стадии зацелинения. На территории дендрария Ботанического сада, где расположены многолетние древонасаждения. Здесь был выбраны участки с елью европейской и сосной черной, подвид сосна Крымская. Также изучен участок с многолетними насаждениями лиственных растений – разных видов клена, и пахотный участок, на которой регулярно проводится плантажная (глубокая) обработка почвы.

На рисунке 1 видно, что температура и влажность почв отличаются на изучаемых участках. Хорошо видно, что растения создают особый микроклимат благодаря затенению, наличию слоя растительного опада разного состава, плотности и мощности. Такие микроклиматические особенности будут оказывать влияние на почвенную микробиоту – основной источник ферментов в почве.

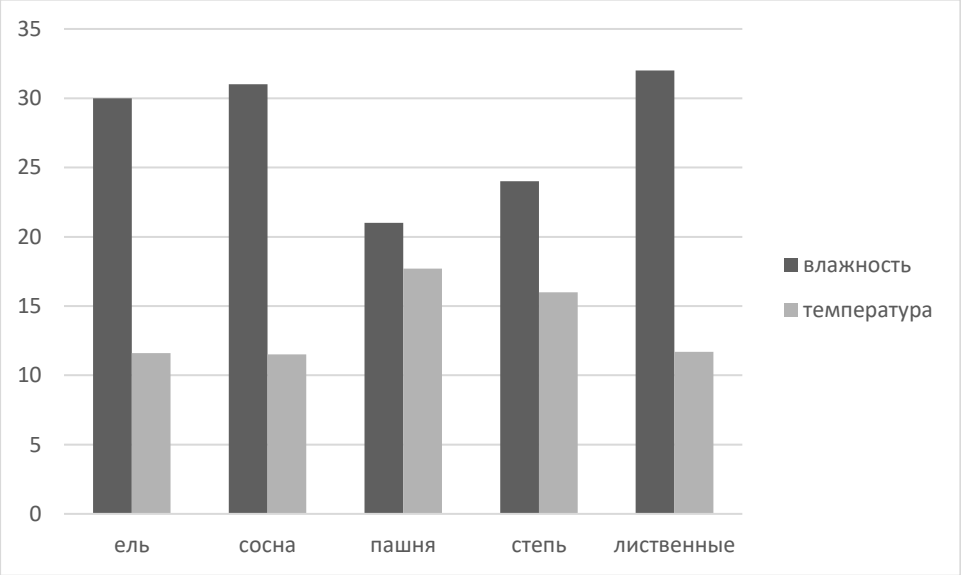


Рисунок 1. Особенности температуры и влажности чернозема Ботанического сада ЮФУ под разными фитоценозами, °С и %

На рисунке 2 представлена активность дегидрогеназ. Активность фермента под елью, кленом и степной растительностью достоверно не отличается. Но мы видим тенденцию к повышенным значениям этого фермента под многолетней посадкой клена. Именно здесь имеется мощная полуразложившаяся подстилка и высокое содержание органического вещества в почве, способствующие высокой активности. Ранее была показана высокая степень зависимости этого фермента от содержания гумуса (Даденко и др., 2015). Распашка приводит к значительному снижению содержания гумуса. На пахотном участке зафиксирована низкая активность фермента. Также мы выявили низкие значения активности в почве под сосной. Известно, что накопление опада хвойных деревьев может приводить к подкислению верхних горизонтов почвы. В черноземе этому препятствуют наличие карбонатов, однако мы видим, что под посадкой сосны наблюдается небольшое подкисление (рис. 3).

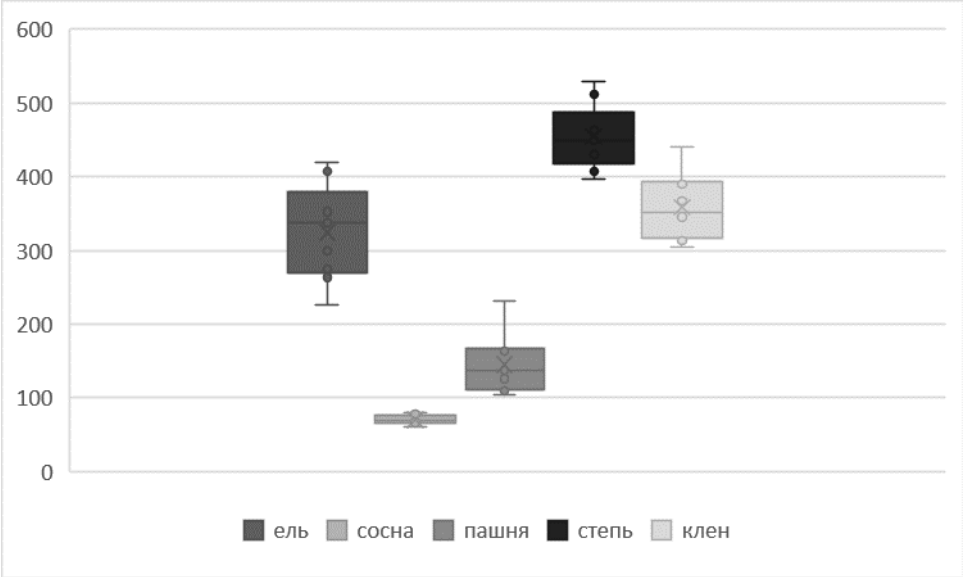


Рисунок 2. Активность дегидрогеназ чернозема под разными фитоценозами, мг ТФФ/10г почвы/24 часа

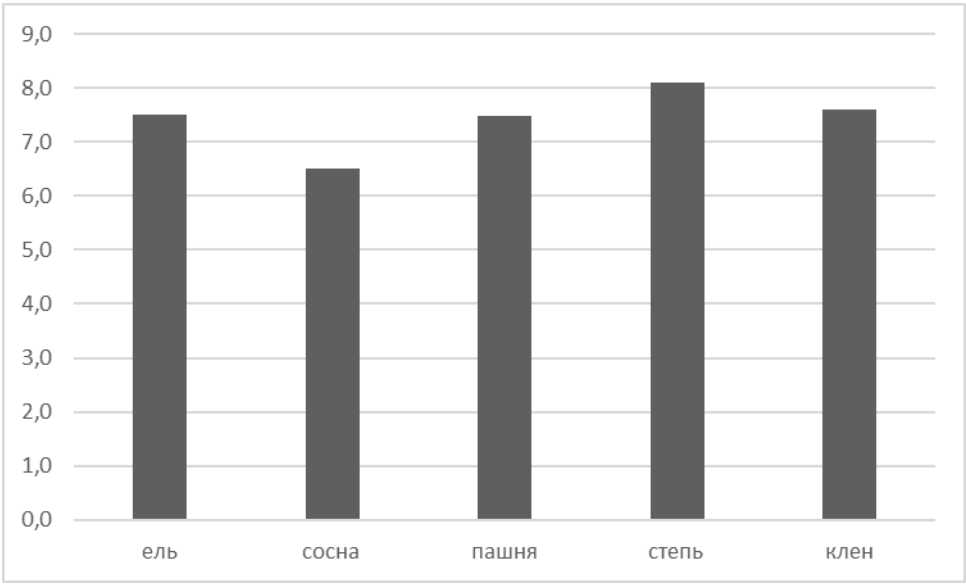


Рисунок 3. Уровень pH чернозема под разными фитоценозами

Мы видим, что для интенсивности гидролиза ФДА также минимальные значения отмечены под сосной и пашней (рис. 4). Этот показатель также демонстрирует зависимость от pH и высокоинформативен при оценке состояния почв под сельхозугодьями. Максимальные значения активности фермента отмечены для степного участка.

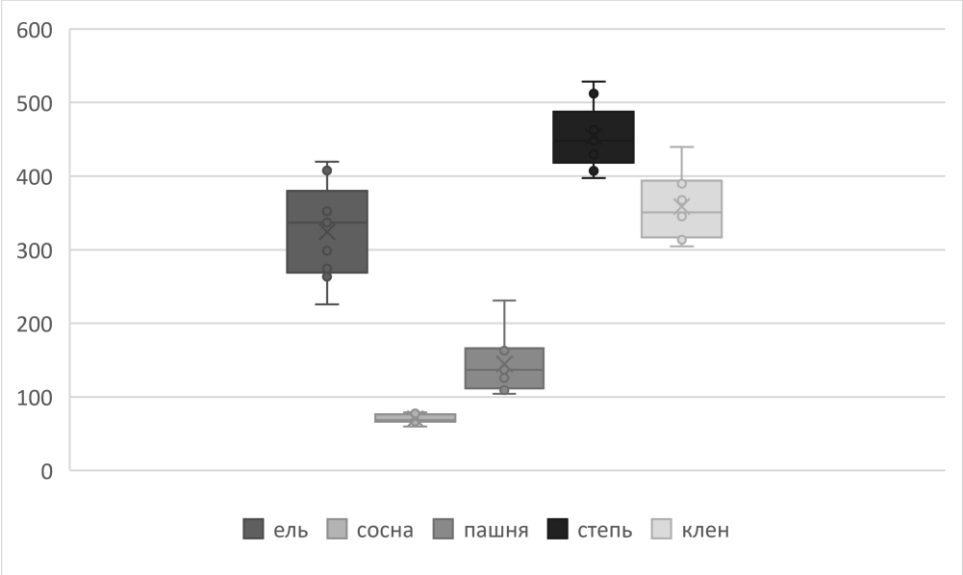


Рисунок 4. Интенсивность ФДА гидролиза чернозема под разными фитоценозами, мкг флуоресцеина/г/2ч

Таким образом наши исследования показали значительное влияние растений или их отсутствия на активность изученных ферментов. Степень изменений зависит от особенностей растительного сообщества. Влияние связано с изменением микроклиматических характеристик реакции среды и условий существования и питания микроорганизмов, обусловленных характером поступающих растительных остатков и корневыми системами разных растений. Максимальные уровни активности ферментов отмечены под естественной степной и лиственной растительностью. Минимальные значения отмечены под сосной и на пашне.

Список литературы

1. Даденко Е.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Мясникова М.А. Влияние распашки на биохимические свойства черноземов Юга России. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. – 116 с.
2. Даденко Е.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Методы определения ферментативной активности почв / Е. В. Даденко, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2021. – 176 с.
3. Das S.K., Varma A. Role of enzymes in maintaining soil health. - In: Shukla G., Varma A. (eds.) Soil Enzymology, Soil Biology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg USA, 2011. – P. 25-42.
4. Gaspar M. L., Cabello M. N., Pollero R., Aon M.A. (2001). Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of fungal biomass in soil // Current Microbiology, 2001. 42(5), – P. 339-344.
5. Tabatabai M.A. Soil enzymes. In: Weaver RW, Angle JS, Bottomley PS (eds) Methods of soil analysis, part 2. Microbiological and biochemical properties. SSSA Book Series No. 5. Soil Science Society of America, Madison, WI, 1994. – P. 775–833.

ОЦЕНКА СКОРОСТИ РАЗЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ В ГОРОДСКИХ И СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ «ЧАЙНЫХ ПАКЕТИКОВ»

Сальник Н.В., Волкова С.М., Пильгуй А.О., Иващенко К.В., Горбов С.Н.
Южный федеральный университет
salnik@sfedu.ru

Аннотация. Индекс чайных пакетиков (TBI) – это простой метод измерения скорости разложения в почве растительных остатков с использованием чайных пакетиков в качестве стандартизированных тестовых наборов. Используя два типа подготовки чая, существует возможность оценки скорости разложения и коэффициента стабилизации растительных остатков в городских и естественных почвах степной зоны. Показано, что индекс разложения в городских почвах выше по сравнению с естественными аналогами, что указывает на повышенную интенсивность деструкции сложных органических остатков в урбостратоземах в сравнении с природными почвами.

Ключевые слова: полевой метод, чайные пакетики, чай ройбуш, скорость разложения, микробная экология.

Abstract. The Tea Bag Index (TBI) is a simple method for measuring the decomposition rate of plant residues in soil using tea bags as standardised test sets. Using two types of tea preparation, it is possible to estimate the decomposition rate and stabilisation factor of plant residues in urban and natural steppe zone soils. It is shown that the decomposition index in urban soils is higher compared to their natural counterparts, indicating an increased intensity of degradation of complex organic residues in urbostratozems compared to natural soils.

Key words: field method, tea bags, rooibos tea, decomposition rate, microbial ecology.

ВВЕДЕНИЕ

Почва является крупнейшим резервуаром наземного органического углерода в биосфере (Jobbagy et al., 2000). Повышение содержания органического углерода в почве играет ключевую роль в улучшении ее качества и позволяет компенсировать выбросы CO2 в результате антропогенной деятельности (Parent, 2017). При этом депонирование углерода в значительной степени контролируется разложением почвенного органического вещества (ОВ), и поэтому точная оценка скорости его разложения в наземных экосистемах важна для прогнозирования потенциала почв в секвестрации углерода (Blume-Werry et al., 2021).

Распространенным методом для оценки скорости разложения ОВ в полевых условиях является интересный и простой метод «чайных пакетиков» (TBI). Он основан на оценке потери веса пакетиков чая зеленого и ройбуш после их инкубации в почве (Keuskamp et al., 2013). Поскольку качество органического материала двух типов чая различается, их разложение показательно для характеристики двухфазной модели его деградации: быстрой – начальной фазы и более медленной – второстепенной фазы. Регистрируя потерю веса легкоразлагаемого зеленого чая в почве, можно определить какая часть лабильной фракции материала разлагается, а какая – стабилизируется (S). Ройбуш разлагается намного медленнее, и через три месяца он все еще находится в первой фазе разложения. Таким образом, потеря веса чая ройбуш является показателем начальной скорости разложения (k). Авторы метода стандартизировали TBI подход для глобального мониторинга разложения ОВ почв, предложив применять чайные пакетики определенной марки (Lipton). Однако чай этой марки может не поставляться для продажи в отдельные страны мира, что затруднит его использование в глобальном эксперименте. Следовательно, цель нашей работы связана

со сравнительной оценкой скорости разложения чая в почве городских и степных экосистем, применяя стандартный и альтернативный подходы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объекты исследования – конструктозем города Ростов-на-Дону и чернозем миграционно-сегрегационный степи, расположенные в Ростовской области. В городе была выбрана площадка исследования (S=260 м2, географ. координаты 47.255433 с.ш.; 39.710879 в.д.) на территории МБОУ Лицея №56. Площадка исследования в степи (S=1000 м2) располагалась в 72 км от города на территории заповедника (Персиановская заповедная степь) (47.503597 с.ш.; 40.157247 в.д.)

На каждой экспериментальной площадке было выбрано по 10 точек исследования, в каждую из которых помещали чайные пакетики различных марок на глубину 8 см (июнь 2021) (Keuskamp et al., 2013). Предварительно регистрировали вес каждого пакетика чая. В качестве стандартного подхода применяли зеленый чай и ройбуш марки Lipton, альтернативного – Berton (зеленый) и ВкусВилл (ройбуш). Всего было применено 160 чайных пакетика. Чайные пакетики извлекали из почвы после 90 сут. инкубации (сентябрь 2021), доставляли в лабораторию, высушивали при температуре 70°C в течение 48 часов и регистрировали их вес, предварительно удалив корни и остатки почвы. Рассчитывали потерю веса чая (%), а также коэффициенты стабилизации ОВ (S) и его разложения (k) согласно уравнениям, предложенным авторами методики (Keuskamp et al., 2013). Определяли содержание гидролизуемой фракции альтернативных марок чая (0.815 и 0.684 г г-1 для зеленого чай и ройбуш соответственно) в Центре коллективного пользования (ФИЦ "Карельский научный центр РАН") для расчета коэффициентов S и k. В стандартном подходе использовали данные, опубликованные авторами методики (Keuskamp et al., 2013): 0.842 и 0.552 г г-1 для чая Lipton (зеленый и ройбуш соответственно).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Максимальные потери массы чая за 90 дней отмечены для марок зеленого чая (Lipton green и Berton green) и составили 62.5% при стандартизированном методе, 49.79% для альтернативной марки. Минимальные значения потери веса чая – для марок чая ройбуш (Lipton Ройбуш, ВкусВилл Ройбуш) (30.32 % и 21.05 %) (табл.1). Для зеленого чай (Lipton green и Berton green) характерна высокая скорость разложения в течение первых двух недель, то чай ройбуш (Lipton Ройбуш, ВкусВилл Ройбуш), имея более древесную структуру, характеризуется замедленной деструкцией органических остатков почвенными микроорганизмами. Химический состав стандартизированных и альтернативных чайных пакетиков существенно не отличался, за исключением содержания кислоторастворимых и минеральных фракций. Однако растворимые в кислоте и минеральные фракции были выше в альтернативных чайных пакетиках в 1.5-1.8 раза и 2.0-7.0 раза соответственно в отличие от стандартизированного чая. Эти различия и послужили причиной различной скорости разложения в почве стандартизированных и альтернативных чайных пакетиков.

Таблица 1. Потеря массы материала – зеленого чая (Lipton green и Berton green) и ройбоса (Lipton Ройбуш, ВкусВилл Ройбуш) (среднее ± ошибка среднего)

Экосистема	Потеря веса чая, %			
	Зеленый Lipton	Ройбуш Lipton	Зеленый Berton	Ройбуш ВкусВилл
Город	62.66±4.68	31.78±6.28	50.29±5.14	19.64±6.12
Степь	62.35±1.51	28.86±2.88	49.29±3.93	22.45±4.86

Полевое применение метода чайных пакетиков (TBI) обоих подходов показывают, что скорость разложения (k) более чувствителен к урбанизации, чем коэффициент стабилизации (S), поэтому четких различий в микробном разложении легкоразлагаемых органических остатков между городскими и естественными почвами обнаружено не было (рис.1). Расчетные значения k для городских почв колеблются от 0.006 до 0.026 для стандартного чая (Lipton green), от 0.008 до 0.031 для аналогичного чая (Berton green). Тогда как для естественных почв значения скорость разложения варьируются от 0.006 до 0.012 для стандартного чая и от 0.005 до 0.019 для аналогичного чая. Индекс разложения (k) выше в городских почвах по сравнению с природными аналогами, следовательно, разложение сложных органических остатков в городских почвах выше, чем в природных аналогах. Коэффициент стабилизации чайных пакетиков варьировал в пределах 0.18–0.35 для стандартизированного метода и 0.31-0.59 для аналогичного чая.

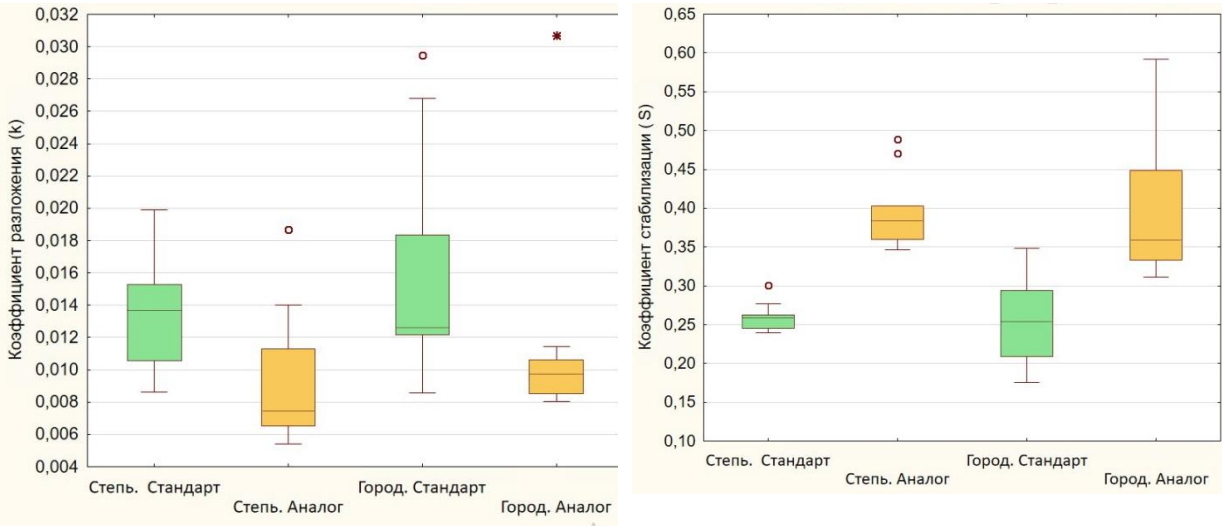


Рисунок 1. Характеристика медианы и межквартильного размаха для коэффициентов стабилизации органического вещества (S) и его разложения (k) в почвах Прчирвчкой агломерации

При этом полученные значения указывают на возможность использования альтернативной марки чая (Berton green, Ройбуш ВкусВилл) при проведении мониторинговых исследований и для расширения глобальной базы данных. Отклонения между значениями, полученными при стандартизированном методе (чай Липтон) и альтернативной маркой не имеют достоверных различий. Представленные нами результаты показывают, что параметры разложения TBI чувствительны к специфическим различиям экосистем и в то же время следуют общим климатическим тенденциям в глобальном масштабе.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 19-77-30012

Список литературы

1. Blume-Werry G., Di Maurizio V., Beil, I., Lett S., Schwieger S., Kreyling J. Don’t drink it, bury it: comparing decomposition rates with the tea bag index is possible without prior leaching //Plant and Soil. – 2021. – Т. 465. – №. 1. – С. 613-621.

2. Jobbagy E. G., Jackson R. B. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation //Ecological applications. – 2000. – Т. 10. – №. 2. – С. 423-436.
3. Keuskamp J.A., Dingemans B.J.J., Lehtinen T., Sarneel J.M., Hefting M.M. Tea Bag Index: a novel approach to collect uniform decomposition data across ecosystems // Methods Ecol. Evolution. 2013. V. 4. P. 1070–1075. https://doi.org/10.1111/2041-210X.12097
4. Parent L. E. Fractal kinetics parameters regulating carbon decomposition rate under contrasting soil management systems //Open Journal of Soil Science. – 2017. – Т. 7. – №. 7. – С. 111-117.

ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Скрипников П.Н., Горбов С.Н., Наливайченко А.А., Матецкая А.Ю.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
skripnikov@sfedu.ru

CHANGES IN THE HUMUS STATE OF URBAN SOILS ON THE EXAMPLE OF THE ROSTOV AGGLOMERATION

Skripnikov P.N., Gorbow S.N., Nalivaichenko A.A., Matetskaya A.Y.
Southern federal university, Rostov-on-Don, Russia
skripnikov@sfedu.ru

Аннотация. Влияние городской среды на гумусное состояние почв оценивается неоднозначно. В одних частях города запасы гумуса могут уменьшаться, а в других – возрастают по сравнению с почвами, незатронутыми хозяйственной деятельностью человека. В почвах, погребенных под антропогенной толщей, в горизонте [AU] наблюдается статистически достоверное снижение содержания органического углерода по сравнению с горизонтом AU естественных аналогов. Исследование почвенного покрова парково-рекреационных зон, наоборот, выявило увеличение содержания органического вещества в поверхностном горизонте AUrz (Ad) мощностью 10 см в почвах под древесной растительностью относительно залежного чернозема под естественной степной растительностью. Вниз по профилю во всех изученных почвах и накопление, и распределение валовых форм С орг. носит схожий характер, свойственный для всех изученных почв и существенных различий между ними не прослеживается.

Ключевые слова: почвенное органическое вещество, лесопарки, чернозем миграционно-сегрегационный.

Abstract. The impact of the urban environment on the humus status of soils is ambiguous. In some parts of the city, humus reserves may decrease, while in others they increase compared to soils unaffected by human activities. In the [AU] horizon of soils buried under the anthropogenic stratum, a statistically significant decrease in the organic carbon content is observed, compared to the AU horizon of natural analogues. The soil cover study was revealed a statistically significant organic matter content increasing in 70 years' period in the AUrz surface horizon. This increase was noted in soils under woody vegetation, in comparison with steppe zones which are typical for our region. In the underlying horizons, the accumulation and distribution of C org, in turn, has a similar character for all studied soils and there are no significant differences between them.

Keywords: soil organic matter, forest parks, migration-segregation chernozem.

Строительство жилых комплексов, создание автомобильных дорог, производственных объектов, городских парков и скверов привели к появлению так называемых городских ландшафтов, занимающих всего 4% площади всей суши, тем не менее ставшие преимущественной, главной средой обитания людей (Фролова, 2015). В степной зоне посадка деревьев также является частью антропогенного вмешательства на городские территории, корректирующего круговорот веществ степных биоценозов. Такое разнообразие преобразовательной деятельности человека на протяжении длительного времени в свою очередь находит неоднозначный отклик педосферы и гумусного состояния почв на внешнее воздействие, что также обуславливает возрастающую актуальность исследования почвенного органического вещества.

В данной работе затрагивается исследование органического вещества почв разных частей Ростовской агломерации, приуроченных к различным функциональным зонам. Объектами выступали почвы разной степени трансформации, среди которых выделяли естественные (черноземы миграционно-сегрегационные парково-рекреационной зоны) и антропогенно-преобразованные почвы (урбистратифицированные черноземы, урбостратоземы и реплантоземы селитебной и промышленных зон города). В качестве объекта сравнения был выбран 60-летний залежный участок экспозиции «Приазовская степь» Ботанического сада ЮФУ. Почвенный покров там также представлен миграционно-сегрегационными черноземами (Классификация и диагностика почв России, 2004). Содержание органического вещества определялось методом высокотемпературного каталитическго сжигания на анализаторе общего органического углерода TOC-L CPN Shimadzu

В результате погребения почвы под слоями антропогенных отложений, в особенности непроницаемыми (асфальт, бетон), прекращается поступление свежих органических остатков и замедляются процессы минерализации уже имеющегося органического вещества. Это приводит к снижению содержания общего органического углерода. Однако, сравнив результаты определения С орг. в погребенных и ненарушенных естественных горизонтах, можно отметить, что достоверная разница наблюдается только в гумусово-аккумулятивных горизонтах: AU – [AU]. Вниз по профилю она нивелируются и достоверных отличий между сравниваемыми горизонтами не наблюдается. Данная тенденция говорит о своеобразной «двучленности» профиля черноземов. Говоря об органическом веществе, почва сохраняет свои естественные черты, будучи длительное время законсервированной (Тагивердиев, 2020).

К одним из факторов, способствующих накоплению органического вещества можно отнести развитие озеленение в городах (Прокофьева, 2013; Экологические функции городских почв, 2003). Так для Ростовской агломерации основное число профилей черноземов с повышенным содержанием органического вещества в поверхностном горизонте приурочено к так называемому лесопарковому «защитному» поясу, обрамляющему город Ростов-на-Дону с восточной и северо-восточной сторон («Восточное защитное кольцо»). Под древесными насаждениями характер поступления растительного опада в почву иной, чем в степи, как следствие, происходит изменение в распределении гумуса по профилю. Корневая система целинных трав ежегодно полностью или частично отмирает, и это обуславливает прямое поступление корневого опада в почвенную толщу и постепенное убывание содержания гумуса с глубиной. Древесная растительность обеспечивает ежегодное поступление листвы преимущественно на поверхность почвы. В то же время, как правило, на юге под древесной растительностью в лесополосах и лесопарках формируется достаточно густой травянистый покров. Эта особенность древесных посадок южной России обеспечивает как повышенное поступление растительного опада на поверхность почвы, так и достаточно равномерное поступление

корневого опада напочвенного травянистого покрова в толщу самой почвы (Горбов, 2014). В почвах лесопарков по сравнению с почвами под типчаково-разнотравной растительностью отмечено¬ формирование выраженной агрономически ценной структуры в дерновом горизонте, а также понижение глубины вскипания в иллювиальном горизонте В и ВС. В поверхностных гумусово-аккумулятивных горизонтах (0-10 см) черноземов под древесной растительностью наблюдается увеличение содержания органического углерода относительно целинных почв. В среднем для лесопарковой зоны содержание Сорг. составляет 4,12 ± 1,46 %, для целинного чернозема – 2,36 ± 0,30 % (рис 1).

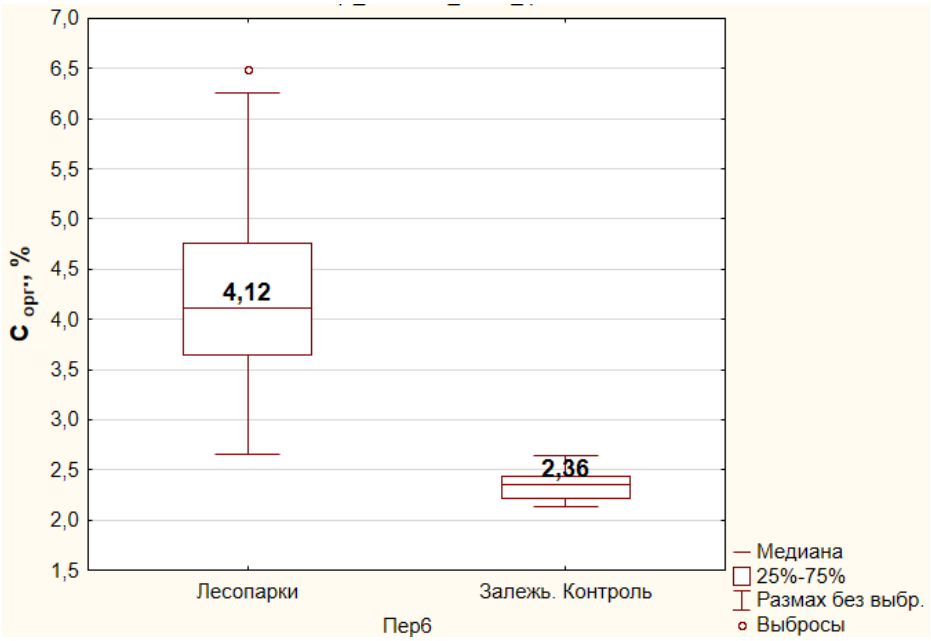


Рисунок 1. Характеристика медианы и межквартильного размаха для органического углерода, % в почвах лесопарков и залежного участка

Однако профильное распределение органического вещества под лесными фитоценозами схоже со степными и не показывает достоверных отличий. Также необходимо отметить, что вне зависимости от пространственного положения и особенностей флористического состава содержание органического вещества в поверхностном слое всех точек мониторинга демонстрирует близкие значения и не показывает между собой статистически достоверных отличий. Исключение составила единственная площадка мониторинговая площадка в Темерницкой роще, где содержание С орг. существенно ниже, чем в других, что сопряжено, с более поздним формированием здесь древесной растительности, о чем свидетельствует возраст Robínia pseudoacácia, являющейся доминантой древесного яруса.

Профильное распределение общего органического вещества демонстрирует две тенденции. С одной стороны, возможны пики накопления гумуса в поверхностном дерновом горизонте с последующим относительно резким падением его содержания в нижележащей толще. Такая особенность наблюдается, к примеру, на площадках, изученных в питомнике хвойных пород. В горизонте AU содержание С орг. уменьшается в 2-2,5 раза по сравнению с дерновым горизонтом. С дрогой стороны отдельные площадки мониторинга Восточного защитного кольца характеризуется более плавным профильным распределением С орг. на протяжении всей гумусово-аккумулятивной толщи в целом (AU (A) + BCA (B1). Такое распределение связано с большей общей биомассой травянистых растений, формирующихся под пологом деревьев, т.к. отмирающая корневая система

сорно-луговых трав обеспечивает прямое поступление корневого опада в почвенную толщу и, как следствие, постепенное убывание содержания гумуса с глубиной. Иной характер поступления растительного опада в почву приводит к изменениям в запасах органического углерода. Наибольшие запасы органического вещества в метровой толще отмечены именно в лесопарках и составляет в среднем 240 т/га. Наименьшие показатели зафиксированы в контрольном залежном черноземе = 185 т/га (таб. 1).

Таблица 1. Запасы органического вещества в метровой толще, т/га

Исследованные участки	Запасы С орг. в метровой толще (т/га)
Темерницкая роща	226,5
Щепкинский лес	243,05
Орджоникидзе	270,1
Ботанический сад	220,2
Многолетняя залежь. Контроль	185,9

Заключение. Процесс дегумификации является одной из сопутствующих тенденций антропогенного влияния на почвенный покров города. Как следствие, происходят потери органического вещества при погребении гумусово-аккумулятивных горизонтов в среднем на 0,65%. Однако, благоустройство и озеленение городских территорий, позволяет создавать особые «участки-компенсаторы», как с позиции формирования благоприятных микроклиматических условий, так и создания новых биоценозов, где меняется перераспределение вещества в системе растение – почва. Наличие лесной подстилки, формирование густого напочвенного травянистого покрова, защищенного от летнего выгорания кронами деревьев, представляют собой богатый энергетический материал, обогащающий почву органическими формами углерода. В итоге, в городских условиях, на небольшом удалении развиваются богатые гумусом почвы под древесными насаждениями на фоне сильно деградированных почв, теряющих свои протекторные функции.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-34-90085

Список литературы

1. Горбов С.Н., Безуглова О.С. Специфика органического вещества почв Ростова–на–Дону // Почвоведение. – 2014. – № 8. – С. 953–962.
2. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 343 с.
3. Прокофьева Т.В., Розанова М.С., Попутников В.О. Некоторые особенности органического вещества почв на территориях парков и прилегающих жилых кварталов Москвы // Почвоведение. 2013.
4. Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Скрипников П.Н., Козырев Д.А. Содержание и распределение органического и неорганического углерода в городских почвах ростовской агломерации // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2020. № 4. С. 119-130
5. Фролова В.А. Преобразование городского постсоветского ландшафта в общественные пространства и среду нового поколения // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2015. №5. С 9-15
6. Экологические функции городских почв / Отв. ред. А.С. Курбатова, В.Н. Башкин. М.– Смоленск: Маджента, 2003. 232 с.

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПО СТРУКТУРНЫМ ФРАКЦИЯМ УРБОСТРАТОЗЕМОВ

Тагивердиев С.С.
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
stagiverdiev@sfedu.ru

SEVERAL PATTERNS OF HEAVY METAL DISTRIBUTION IN THE STRUCTURAL FRACTIONS OF URBOSTRATOZEMS

Tagiverdiev S.S.
Southern federal university, Rostov-on-Don, Russia
stagiverdiev@sfedu.ru

Аннотация. Исследование было направлено на обнаружение элементов валового состава почв, которые дифференцированно распределяются в структурных фракциях, а также на выявление закономерностей их распределения. Среди элементов, проявляющих дифференциацию (Pb, As, Cu, Zn, Ni, Cr, Co), обнаруживаются две группы с одинаковыми закономерностями распределения Pb, As и Ni, Cu. При этом к группе Ni, Cu можно отнести и Co, который проявляет несущественные отличия при усиленном антропогенном воздействии в горизонтах урбик.

Ключевые слова: урбостратоземы, структура почв, валовой состав, тяжелые металлы.

Abstract. The study was aimed at detecting the elements of the total content of soils, which are differentially distributed in the structural fractions, as well as to identify the patterns of their distribution. Among the elements exhibiting differentiation (Pb, As, Cu, Zn, Ni, Cr, Co), two groups with the same distribution patterns Pb, As and Ni, Cu are found. At the same time, the Ni, Cu group can also include Co, which shows insignificant differences under increased anthropogenic impact in the urbic horizons.

Keywords: Urbostratozem, soil structure, total content, heavy metals.

ВВЕДЕНИЕ

Структура почв является интегральным показателем ее состояния. Так, она зависит от гранулометрического состава, качественных и количественных характеристик органического вещества, минералогического состава, присутствия структурообразующих и диспергирующих солей и ионов, количества и видового состава биоты (Безуглова и др., 2020; Тагивердиев и др., 2021; Feng et al., 2022; Zhang et al., 2022). С другой стороны, структура почвы во многом определяет пористость, фильтрационную способность, водно-воздушный и температурный режим, а последние исследования говорят и о высокой роли структуры в эмиссии углерода (Тагивердиев и др., 2021; Luan et al., 2022; Peng et al., 2022; Kühn et al., 2022).

В городских условиях структурное состояние почв выступает важным фактором, улучшающим качество среды для роста и развития растений (Безуглова и др., 2018). Однако мало кто задумывается, что структура почв в условиях города важнейшей фактор, обеспечивающий протекторную функцию. Обусловлено это в первую очередь связью структуры с фильтрационной способностью почвы. В случае низкой фильтрационной способности почв снижается мощность слоя, поглощающего и трансформирующего загрязняющие вещества (Тагивердиев, 2016; Pessoa, Libardi, 2022; Zhang et al., 2022). Однако не менее важным является и то, как отдельные структурные фракции почв адсорбируют поллютанты. Так, известно, что различные структурные фракции имеют различную активную площадь поверхности (Горбов 2016), что сказывается на

потенциальной адсорбционной емкости по отношению к загрязнителям. Все это делает исследования структуры как показателя природно-ресурсного потенциала городской среды очень актуальными. Особенно для стран с высоким уровнем урбанизации, к которым относится и Россия.

В нашем исследовании была поставлена цель соотнести концентрации различных элементов валового состава почв со структурной фракцией и определить элементы, которые в большей степени склонны к дифференциации.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами выступали почвы города Ростова-на-Дону классификационно относящиеся к урбостратоземам на черноземах миграционно-сегрегационных или Urbic Technosol (КиДПР, 2008; Прокофьева и др., 2014; WRB, 2014). Особенностью данных почв является наличие горизонта урбик UR и погребенных горизонтов сохранившегося естественного профиля чернозема [AU], [BCA], [C].

Для получения различных структурных фракций, воздушно сухую почву просеивали на ситах с разным диаметром отверстий – сухое просеивание по методу Саввинова (Вадюнина, Корчагина, 1986). После получения отдельных структурных фракций (>10; 7-5; 5-3; 2-1; <0,25 мм) проводили специальную пробоподготовку (Аринушкина, 1970).

Определение валового химического состава почвы в целом и отдельных структурных фракций производили методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии на приборе МАКС-GV (ГОСТ 33850-2016). Определяли: TiO2; MnO; Fe2O3; SiO2; P2O5; K2O; MgO; Al2O3; CaO; V; Cr; Co; Ni; Cu; Zn; As; Sr; Pb.

Общий (TC), неорганический (IC) и органический углерод (TOC) определяли в общем образце почвы на анализаторе углерода TOC-L CPN Shimadzu в приставке для сухих образцов SSM-5000A. Анализ основан на высокотемпературном каталитическом сжигании пробы и последующем детектировании выделившегося углекислого газа. Анализ проходит в два этапа: общий углерод определяется путем сжигания пробы при температуре 900oC, неорганический – при 200oC с добавлением ортофосфорной кислоты. Органический углерод определяли путем вычета из общего – неорганического (Тагивердиев и др., 2020).

Гранулометрический состав определяли в общем образце методом пипетки по Качинскому с использованием в качестве диспергирующего вещества 4% раствор прирофосфата натрия (Вадюнина, Корчагина, 1986)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют, что в структурных фракциях содержание химических элементов может как значительно различаться, так и быть достаточно близким. Причем содержание элемента в почве может быть как выше, чем в отдельных фракциях, так и ниже, либо примерно одинаково. Последнее характерно для макроэлементов. Варьирование значений по микроэлементам значительно выше и определяется степенью загрязнения образца.

Чтобы понять какие из проанализированных элементов склонны к дифференцированному распределению по структурным фракциям были рассчитаны коэффициенты вариации каждого элемента по всем изучаемым фракциям.

Интересно, что закономерностей на уровне отдельных горизонтов урбостратоземов нет. Во всех горизонтах урбостратоземов максимальные и минимальные значения коэффициентов вариации одинаковы для одних и тех же элементов. Однако если рассмотреть количественные показатели вариации по разным горизонтам видно, что в естественных, погребенных горизонтах вариация гораздо ниже и более однородна по различным элементам.

Из рисунка 1 видно, что элементы, составляющие скелет почвы, распределены довольно равномерно. К таким относятся K2O; SiO2; MgO; Al2O3; MnO; CaO; Fe2O3;

TiO2. (Ковда, Розанов, 1988). В то время как элементы загрязнители имеют высокую вариацию по структурным фракциям. Однако имеются и исключения, иногда высокую вариацию начинает проявлять фосфор, а ванадий всегда варьирует незначительно. Такие данные связаны с тем, что ванадий не является приоритетным загрязнителем изучаемой территории и фактически отражает фоновые значения. Фосфор в урбиковых горизонтах выступает загрязняющим элементом, так как его содержание варьирует в пределах 0,3–0,6 %, что значительно выше, чем в нативных почвах. Однако высокая вариабельность по этому элементу обнаружена только в одном горизонте урбик, как раз в наиболее загрязненном фосфором.

Наиболее высокие показатели коэффициента вариации можно наблюдать для таких элементов как Pb и As, экстремумы по этим элементам составляют: 9–135% и 8–121% соответственно. Предварительные исследования показали, что валовое содержание этих элементов по структурным фракциям распределяется одинаково. Чаще всего максимум наблюдается во фракции >10 мм.

Группу элементов со средними значениями вариации составляют Cu, Zn, Ni, Cr и Co. Все они имеют довольно высокие медиальные значения вариации, и экстремумы. В данной группе также можно выделить два металла, имеющих абсолютно схожее распределение по структурным фракциям, Ni и Cu. Интересно, что Co проявляет схожее распределение, но в горизонтах урбик оно несколько корректируется, и максимальное содержание элемента переходит в соседнюю фракцию. Общим для группы Ni, Cu, Co является то, что минимальные значения характерны для структурной фракции <0,25 мм, максимумы для срединных фракций 7–5; 5–3; 2–1 мм.

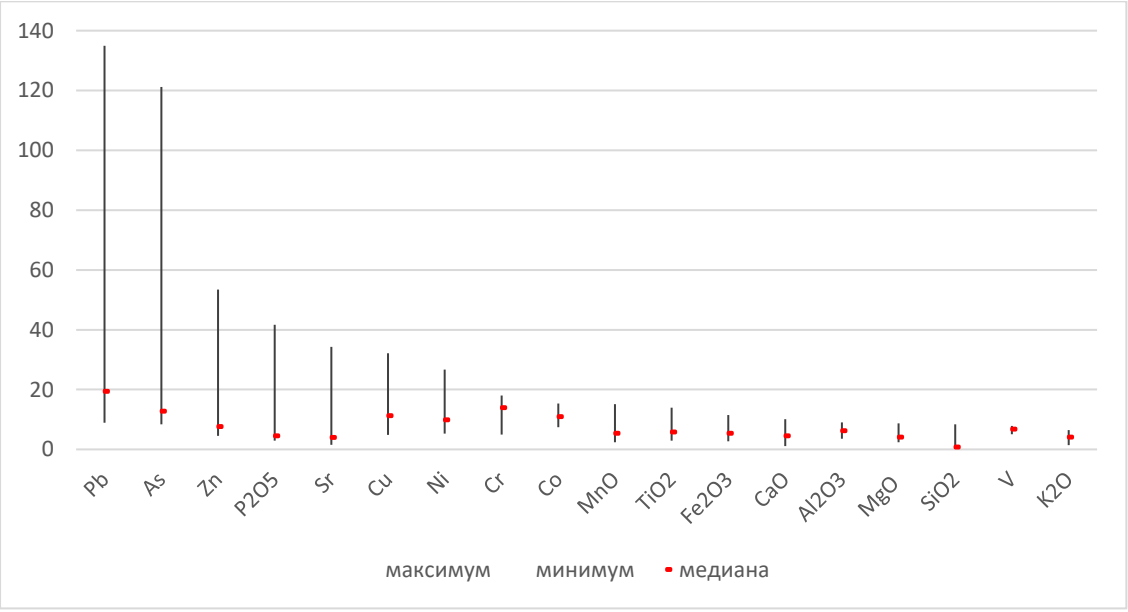


Рисунок 1. Коэффициенты вариации содержания различных элементов в структурных фракциях по всем изученным горизонтам

Нужно сказать, что в изученной выборке имеется один горизонт UR в котором не соблюдаются закономерности распределения элементы Pb, As, Cu, Zn, Ni, Cr, Co. Здесь все указанные элементы имеют высокое содержание во фракции <0,25 мм, с резким снижением во всех остальных структурных фракциях. Считаем, что подобная картина связана с особенностями гранулометрического состава и содержанием органического углерода. Горизонт имеет повышенное содержание физического песка – 72%, если говорить об

отдельных фракциях здесь довольно мало средней пыли – 3% и много мелкого песка – 46%. При этом в горизонте диагностируется очень высокое содержание органического углерода – 7,13%. В целом структурное состояние горизонта по итогу сухого просеивания характеризуется как удовлетворительное, с завышенным содержанием фракции >10 мм, а водопрочность как неудовлетворительная. Такие показатели указывают на то, что горизонт по своей сути является техногенным ТСН. Состоит, вероятно, из лессовидного суглинка, смешанного с песком и пеплом.

Максимумы содержания цинка характерны для структурной фракции <0,25 мм, минимумы для >10 мм.

ВЫВОДЫ

В урбостратоземах на черноземах обнаружена дифференциация содержания некоторых элементов относительно структурных фракций. При этом в профильном отношении закономерности зачастую сохраняются вне зависимости от горизонта.

Элементы, которые не отличаются дифференциацией это либо составляющие основу почв (макроэлементы), либо те микроэлементы, которые унаследованы от материнской породы в составе минералов их образующих, т.е. те которые не привносятся в процессе антропогенного воздействия.

Техногенные горизонты не подчиняются общим закономерностям, поскольку почвообразовательными процессами задеты слабо, а структура таких почв еще не устойчива.

Среди элементов, проявляющих дифференциацию (Pb, As, Cu, Zn, Ni, Cr, Co), обнаруживаются две группы с одинаковыми закономерностями распределения Pb, As и Ni, Cu. При этом к группе Ni, Cu можно отнести и Co, который проявляет несущественные отличия при усиленном антропогенном воздействии в горизонтах урбик.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента для молодых ученых-кандидатов наук МК-3257.2022.1.4

Список литературы

1. IUSS Working Group WRB. (2014): World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome. – 181 p.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв - М.: изд-во МУ, 1970. - 488 с.
3. Безуглова О.С., Лыхман В.А., Полиенко Е.А., Горовцов А.В. Гуминовые препараты и структурное состояние черноземных и каштановых почв Ростовской области. Ростов-на-Дону: АзовПринт, 2020. – 188 с.
4. Безуглова О.С., Тагивердиев С.С., Горбов С.Н. Физические характеристики городских почв Ростовской агломерации // Почвоведение. – 2018. – № 9. – С. 1153-1159.
5. Вадюнина А.Ф., Корчаггина З.А. Методы исследования физических свойств почв – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
6. Горбов С.Н., Безуглова О.С., Абросимов К.Н., Скворцова Е.Б., Тагивердиев С.С., Морозов И.В. Физические свойства почв Ростовской агломерации // Почвоведение. – 2016. – № 8. – С. 964-974.
7. ГОСТ 33850-2016. Определение химического состава методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии.
8. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

9. Ковда В.А., Розанов Б.Г. Почвоведение. Часть 1 Почва и почвообразование – М.: Высш. шк., 1988 – 400 с.
10. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н., Наквасина Е.Н., Сивцева Н.Е. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. – 2014. – № 10. – С. 1155-1164.
11. Тагивердиев С.С., Безуглова О.С., Горбов С.Н., Минаева Е.Н., Козырев Д.А., Скрипников П.Н., Сальник Н.В., Корбань В.А., Дымченко Н.П. О трансформации структурного состояния почв под влиянием урбопедогенеза на примере Ростовской агломерации // Наука Юга России. – 2021. – 17(4). – С. 45-52.
12. Тагивердиев С.С., Безуглова О.С., Горбов С.Н., Скрипников П.Н., Козырев Д.А. Особенности агрегатного состава в связи с соотношением углерода органического вещества и карбонатов в почвах Ростовской агломерации // Почвоведение. – 2021. – 55(9). – С. 1143-1149.
13. Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Котик М.В. Деградация физических свойств почв черноземной зоны в условиях города // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 18(2). – 2016 – С. 226-229.
14. Тагивердиев С.С., Скрипников П.Н., Безуглова О.С., Горбов С.Н., Козырев Д.А. Содержание и распределение органического и неорганического углерода в городских почвах Ростовской агломерации // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2020. – № 4(208). – С. 118-129.
15. Luan H., Zhang X., Liu Y., Huang S., Chen J., Guo T., Liu Y., Guo S., Qi G. The microbial-driven C dynamics within soil aggregates in walnut orchards of different ages based on microbial biomarkers analysis // Catena. – 2022 – 211. – 105999.
16. Pessoa T.N., Libardi P.L. Physical-hydric properties of Oxisols as influenced by soil structure and clay mineralogy // Catena. – 2022. – 211. – 106009.
17. Feng X., Xia X., Chen S., Lin Q., Zhang X., Cheng K., Liu X., Bian R., Zheng J., Li L., Joseph S., Drosos M., Pan G. Amendment of crop residue in different forms shifted micro-pore system structure and potential functionality of macroaggregates while changed their mass proportion and carbon storage of paddy topsoil // Geoderma. – 2022. – 409. – 115643.
18. Peng J., Wu X., Ni S., Wang J., Song Y., Cai C. Investigating intra-aggregate microstructure characteristics and influencing factors of six soil types along a climatic gradient // Catena. 2022. – 210. – 105867.
19. Kühn V.D.O., Lopes B.D.C.F.L., Caicedo B., Cordão-Neto M.P. Mechanical behaviour of bimodal kaolin clay with aggregates // Engineering Geology. – 2022. – 297. – 106490.
20. Zhang S., He F., Fang X., Zhao X., Liu Y., Yu G., Zhou Y., Feng Y., Li J. Enhancing soil aggregation and acetamiprid adsorption by ecofriendly polysaccharides hydrogel based on Ca2+- amphiphilic sodium alginate // Journal of Environmental Sciences (China). – 2022. – 113. – PP. 55-63.

ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОГРЕБЕННОГО ПРОФИЛЯ УРБОСТРАТОЗЕМОВ НА ЧЕРНОЗЕМАХ МИГРАЦИОННО-СЕГРЕГАЦИОННЫХ

Тагивердиев С.С., Сальник Н.В.
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия
stagiverdiev@sfedu.ru, salnik@sfedu.ru

TRANSFORMATION OF THE STRUCTURAL FORM OF THE BURIED PROFILE OF URBOSTRATOZEMS ON CALCIC CHERNOZEMS

Tagiverdiev S.S., Salnik N.V.
Southern federal university, Rostov-on-Don, Russia
stagiverdiev@sfedu.ru, salnik@sfedu.ru

Аннотация. Исследование было направлено на изучение трансформации погребенного почвенного профиля в результате урбопедогенеза. Таким образом, по результатам сухого просеивания, для открытых естественных горизонтов (AU; BCA; C), можно выделить фракцию >10 мм: во всех парах сравнения её содержание ниже в открытых горизонтах. Из чего следует вывод об увеличении доли глыбистых фракций под воздействием урбопедогенеза. Еще одной идентификационной фракцией для этой группы горизонтов являются агрегаты размером 3-2 мм, проявляющие общий тренд к увеличению в открытых естественных горизонтах. Однако при сопоставлении данных по горизонтам BCA – [BCA] и C – [C] установлено, что выборки не обладают достоверными различиями, имея почти одинаковое содержание агрегатов этого размера. В целом, в сравнениях открытых горизонтов и их погребенных аналогов выделяются, кроме уже указанных фракций, фракции 7-5; 5-3; 2-1 мм, содержание которых уменьшается в погребенных аналогах.

В группе горизонтов AU достоверно увеличивается содержание водопрочных агрегатов размером >3 и 2-1 мм, и снижается содержание фракции 0,5-0,25 мм. В срединных и глубоких горизонтах BCA - [BCA] и C - [C] достоверные различия в состоянии водопрочных фракций не обнаружены. Таким образом, можно сделать вывод, о том, что водопрочность структуры в погребенных черноземах изменяется лишь в поверхностных горизонтах.

Ключевые слова: урбостратоземы, черноземы миграционно-сегрегационные, структура почв, агрегаты.

Abstract. The study was aimed at studying the transformation of the buried soil profile as a result of urban pedogenesis. Thus, according to the results of dry sieving, for open natural horizons (AU; VSA; C), it is possible to allocate a fraction >10 mm: in all pairs of comparison its content is lower in open horizons. This leads to the conclusion that the fraction of clastic fractions increased under the influence of urban pedogenesis. Another identifying fraction for this group of horizons are aggregates 3-2 mm in size, showing a general trend to increase in the open natural horizons. However, when comparing data for the BCA - [BCA] and C - [C] horizons, it was found that the samples do not have reliable differences, having almost the same content of aggregates of this size. In general, the comparisons of open horizons and their buried analogues highlight, in addition to the already mentioned fractions, fractions 7-5; 5-3; 2-1 mm, the content of which decreases in the buried analogues.

In the group of AU horizons, the content of watertight aggregates >3 and 2-1 mm increases reliably and the content of the 0.5-0.25 mm fraction decreases. In the middle and deep BCA - [BCA] and C - [C] horizons, no reliable differences in the state of the watertight fractions were

found. Thus, we can assume that the watertightness of the structure in the buried chernozems changes only in the surface horizons.
Keywords: urbostratozems, Calcic chernozems, soil structure, aggregates.

ВВЕДЕНИЕ

Структура почв является интегральным показателем ее состояния. Так, она зависит от гранулометрического состава, качественных и количественных характеристик органического вещества, минералогического состава, присутствия структурообразующих и диспергирующих солей и ионов, количества и видового состава биоты (Горбов 2016; Безуглова и др., 2020; Тагивердиев и др., 2021; Feng et al., 2022; Zhang et al., 2022). С другой стороны, структура почвы во многом определяет пористость, фильтрационную способность, водно-воздушный и температурный режим, а последние исследования говорят и о высокой роли структуры в эмиссии углерода (Тагивердиев и др., 2021; Luan et al., 2022; Peng et al., 2022; Kühn et al., 2022).

В городских условиях структурное состояние почв выступает важным фактором, улучшающим качество среды для роста и развития растений (Безуглова и др., 2018). Однако мало кто задумывается, что структура почв в условиях города важнейшей фактор, обеспечивающий протекторную функцию. Обусловлено это в первую очередь связью структуры с фильтрационной способностью почвы. В случае низкой фильтрационной способности почв снижается мощность слоя, поглощающего и трансформирующего загрязняющие вещества (Тагивердиев, 2016; Pessoa, Libardi, 2022; Zhang et al., 2022). Поэтому изучение структуры и ее трансформации в результате урбопедогенеза является актуальной задачей.

В нашем исследовании была поставлена цель изучения трансформации структурного состояния погребенного и нативного профилей.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами выступали почвы города Ростова-на-Дону, классификационно относящиеся черноземам миграционно-сегрегационным и к урбостратоземам на черноземах миграционно-сегрегационных или Calcic Chernozem и Urbic Technosol (КиДПР, 2008; Прокофьева и др., 2014; WRB, 2014). Для черноземов миграционно-сегрегационных характерен профиль из горизонтов AU, BCA, C. Особенностью урбостратоземов, является наличие горизонта урбик UR и погребенных горизонтов сохранившегося естественного профиля чернозема [AU], [BCA], [C].

Для получения различных структурных фракций, воздушно сухую почву просеивали на ситах с разным диаметром отверстий – сухое просеивание по методу Саввинова (Вадюнина, Корчагина, 1986).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 приведены результаты статистической обработки данных по структурному состоянию (сухое просеивание) отдельных генетических горизонтов почв Ростовской агломерации. Анализ результатов сухого просеивания показал изменение в структурном состоянии открытых естественных горизонтов. Фракция более 10 мм характеризуется как наиболее специфическая для погребенных профилей и ее содержание достоверно выше во всех парах сравнения (таблица 2).

Интересно, что при этом фракция 7-5 мм достоверно уменьшается по всему погребенному профилю в сравнении с нативной почвой. Такое же достоверное уменьшение по всему профилю регистрируется для фракций 5-3 и 2-1 мм.

Таблица 1. Среднестатистическое содержание структурных фракций в изученных горизонтах (сухое просеивание)

Горизонты	Размер структурной фракции (мм), (%)								
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
AU	18,3	10,4	12	16,8	7,8	14,4	9,1	5,8	5,4
[AU]	35	9,4	8,9	11,2	5,6	10	7,7	5,9	6,3
BCA	18,8	12,8	12,8	15,3	6,9	12,6	8,4	5,9	6,5
[BCA]	30,6	12	9,9	11,8	6,4	9,4	7,1	5,9	6,9
C	20,7	11	10,6	12,6	6,7	12,1	9,5	7,7	9,1
[C]	32,8	11,1	9	10,9	6,4	9,3	8	5,7	6,8

Помимо этого, для сравнения AU - [AU] характерно достоверное уменьшение фракций 3-2 и 1-0,5 мм в погребенных горизонтах. Но уже ниже по профилю, в сравнении горизонтов BCA - [BCA] происходит уменьшение фракции 1-0,5 мм в погребенных горизонтах. А в погребенной материнской породе достоверно ниже фракция 0,5-0,25 мм.

Таблица 2. Критерий Стьюдента между погребенными и нативными горизонтами разных структурных фракций (сухое просеивание)

Пары сравниваемых горизонтов	Размер структурной фракции (мм)								
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
n=67; P=0,05; tкр=1,99									
AU - [AU]	**5,1**	1,4	**4,7**	**5,2**	**2,9**	**3,2**	**2**	0,2	1,3
n=43; P=0,05; tкр=2,02									
BCA - [BCA]	**3,9**	0,9	**3,7**	**3,2**	0,9	**2,9**	**2,3**	0,1	0,7
n=31; P=0,05; tкр=2,05									
C - [C]	**3,7**	0,1	**2,3**	**2,2**	0,4	**2,4**	1,6	**2,7**	1,6

По результатам мокрого просеивания также можно отметить некоторые закономерности (таблицы 3, 4).

Таблица 3. Среднестатистическое содержание структурных фракций в изученных горизонтах (мокрое просеивание)

Группа	Размер структурной фракции (мм), (%)					
	>3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
AU	15,7	4,5	12,3	14,1	15,2	38,2
[AU]	7,3	4,5	9,4	14,6	21,9	42,3
BCA	4,6	2,8	8,5	13,9	19,4	50,8
[BCA]	3,1	3,5	9,5	13,1	20,2	50,6
C	2,9	1,6	5,5	6,5	14	69,5
[C]	2,6	3,6	9,1	8,5	16,4	59,8

Интересно, что по итогам мокрого просеивания можно говорить только о трансформации гумусово-аккумулятивного горизонта [AU], более глубокие горизонты [BCA], [C] не показали достоверных различий с нативными аналогами.

Таблица 4. Критерий Стьюдента между погребенными и нативными горизонтами разных структурных фракций (мокрое просеивание)

Схема сравнения	Размер структурной фракции (мм)					
	>3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
n=67; P=0,05; tкр=1,99						
AU - [AU]	**2,4**	0,1	**2**	0,4	**4,1**	1,2
n=43; P=0,05; tкр=2,02						
BCA - [BCA]	1,1	0,6	0,4	0,4	0,5	0,1
n=31; P=0,05; tкр=2,05						
C - [C]	0,4	1,5	1,2	0,9	1	1,2

Из таблицы 4 видно, в паре сравнений AU - [AU], урбопедогенез приводит к достоверному увеличению содержания водопрочной фракции 0,5-0,25 мм и снижению фракций >3 и 2-1 мм.

ВЫВОДЫ

Таким образом, по результатам сухого просеивания, для открытых естественных горизонтов (AU; BCA; C), можно выделить фракцию >10 мм: во всех парах сравнения её содержание ниже в открытых горизонтах. Из чего следует вывод об увеличении доли глыбистых фракций под воздействием урбопедогенеза. Еще одной идентификационной фракцией для этой группы горизонтов являются агрегаты размером 3-2 мм, проявляющие общий тренд к увеличению в открытых естественных горизонтах. Однако при сопоставлении данных по горизонтам BCA – [BCA] и C – [C] установлено, что выборки не обладают достоверными различиями, имея почти одинаковое содержание агрегатов этого размера. В целом, в сравнениях открытых горизонтов и их погребенных аналогов выделяются, кроме уже указанных фракций, фракции 7-5; 5-3; 2-1 мм, содержание которых уменьшается в погребенных аналогах.

В группе горизонтов AU достоверно увеличивается содержание водопрочных агрегатов размером >3 и 2-1 мм, и снижается содержание фракции 0,5-0,25 мм. В срединных и глубоких горизонтах BCA - [BCA] и C - [C] достоверные различия в состоянии водопрочных фракций не обнаружены. Таким образом, можно сделать вывод, о том, что водопрочность структуры в погребенных черноземах изменяется лишь в поверхностных горизонтах.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента для молодых ученых-кандидатов наук МК-3257.2022.1.4

Список литературы

1. IUSS Working Group WRB. (2014): World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome. – 181 p.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв - М.: изд-во МУ, 1970. - 488 с.
3. Безуглова О.С., Лыхман В.А., Полиенко Е.А., Горовцов А.В. Гуминовые препараты и структурное состояние черноземных и каштановых почв Ростовской области. Ростов-на-Дону: АзовПринт, 2020. – 188 с.
4. Безуглова О.С., Тагивердиев С.С., Горбов С.Н. Физические характеристики городских почв Ростовской агломерации // Почвоведение. – 2018. – № 9. – С. 1153-1159.

5. Вадюнина А.Ф., Корчаггина З.А. Методы исследования физических свойств почв – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
6. Горбов С.Н., Безуглова О.С., Абросимов К.Н., Скворцова Е.Б., Тагивердиев С.С., Морозов И.В. Физические свойства почв Ростовской агломерации // Почвоведение. – 2016. – № 8. – С. 964-974.
7. ГОСТ 33850-2016. Определение химического состава методом рентгенофлуоресцентной спектрометрии.
8. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
9. Ковда В.А., Розанов Б.Г. Почвоведение. Часть 1 Почва и почвообразование – М.: Высш. шк., 1988 – 400 с.
10. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н., Наквасина Е.Н., Сивцева Н.Е. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение. – 2014. – № 10. – С. 1155-1164.
11. Тагивердиев С.С., Безуглова О.С., Горбов С.Н., Минаева Е.Н., Козырев Д.А., Скрипников П.Н., Сальник Н.В., Корбань В.А., Дымченко Н.П. О трансформации структурного состояния почв под влиянием урбопедогенеза на примере Ростовской агломерации // Наука Юга России. – 2021. – 17(4). – С. 45-52.
12. Тагивердиев С.С., Безуглова О.С., Горбов С.Н., Скрипников П.Н., Козырев Д.А. Особенности агрегатного состава в связи с соотношением углерода органического вещества и карбонатов в почвах Ростовской агломерации // Почвоведение. – 2021. – 55(9). – С. 1143-1149.
13. Тагивердиев С.С., Горбов С.Н., Безуглова О.С., Котик М.В. Деградация физических свойств почв черноземной зоны в условиях города // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 18(2). – 2016 – С. 226-229.
14. Тагивердиев С.С., Скрипников П.Н., Безуглова О.С., Горбов С.Н., Козырев Д.А. Содержание и распределение органического и неорганического углерода в городских почвах Ростовской агломерации // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2020. – № 4(208). – С. 118-129.
15. Luan H., Zhang X., Liu Y., Huang S., Chen J., Guo T., Liu Y., Guo S., Qi G. The microbial-driven C dynamics within soil aggregates in walnut orchards of different ages based on microbial biomarkers analysis // Catena. – 2022 – 211. – 105999.
16. Pessoa T.N., Libardi P.L. Physical-hydric properties of Oxisols as influenced by soil structure and clay mineralogy // Catena. – 2022. – 211. – 106009.
17. Feng X., Xia X., Chen S., Lin Q., Zhang X., Cheng K., Liu X., Bian R., Zheng J., Li L., Joseph S., Drosos M., Pan G. Amendment of crop residue in different forms shifted micro-pore system structure and potential functionality of macroaggregates while changed their mass proportion and carbon storage of paddy topsoil // Geoderma. – 2022. – 409. – 115643.
18. Peng J., Wu X., Ni S., Wang J., Song Y., Cai C. Investigating intra-aggregate microstructure characteristics and influencing factors of six soil types along a climatic gradient // Catena. 2022. – 210. – 105867.
19. Kühn V.D.O., Lopes B.D.C.F.L., Caicedo B., Cordão-Neto M.P. Mechanical behaviour of bimodal kaolin clay with aggregates // Engineering Geology. – 2022. – 297. – 106490.
20. Zhang S., He F., Fang X., Zhao X., Liu Y., Yu G., Zhou Y., Feng Y., Li J. Enhancing soil aggregation and acetamiprid adsorption by ecofriendly polysaccharides hydrogel based on Ca2+- amphiphilic sodium alginate // Journal of Environmental Sciences (China). – 2022. – 113. – PP. 55-63.

ВЛИЯНИЕ ГРУНТОВОГО ПОДТОПЛЕНИЯ НА СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ МИГРАЦИОННО-СЕГРЕГАЦИОННЫХ

Тищенко С.А.
Академия биологии и биотехнологии ЮФУ, г. Ростов-на-Дону
tischenko@sfedu.ru

INFLUENCE OF GROUND FLOODING ON THE CHERNOZEM BIOLOGICAL PROPERTIES

Tishchenko S.A.
Academy of Biology and Biotechnology SFU, Rostov-on-Don
tischenko@sfedu.ru

Аннотация. В данной работе был изучено влияние подтопления грунтовыми водами на биологические свойства чернозема миграционно-сегрегационного в Зерноградском районе Ростовской области. В результате исследования было установлено, что подтопление черноземов приводит к увеличению содержания в них общего гумуса, возрастанию ферментативной активности и увеличению количества микроорганизмов. Это явление наиболее выражено для верхней части профиля черноземов квазиглееватых.

Ключевые слова: Чернозем миграционно-сегрегационный, подтопление, биологические свойства.

Abstract. The influence of groundwater flooding on the Haplic Chernozem calcic biological properties in the Zernograd district of the Rostov region was studied. As a result of the study, it was found that the Chernozems flooding leads to the total humus content increasing, also an enzymatic activity increasing and an increasing in the number of microorganisms. This phenomenon is most pronounced for the upper part of the profile of Chernozems.

Keywords: Haplic Chernozem calcic, flooding, soil biological properties.

Актуальность. В процессе длительного сельскохозяйственного использования степной зоны России происходила трансформация природных комплексов. Глубоким изменениям подверглись растительность, животный мир и почвы. Значительные изменения произошли и в водном режиме этих территорий, как из-за изменения характера природопользования, так и в связи с современными климатическими флуктуациями. На территории юга России (Южный и Северо-Кавказский федеральные округа) широко развиты процессы подтопления земель. Процесс подтопления сельскохозяйственных территорий опасен изменениями водный режим и водного баланса, что становится фактором дестабилизации привычных экологических условий современных агро- и экосистем. Активное поднятие уровня грунтовых вод, усилившееся в последние десятилетия вследствие сочетания естественных и антропогенных причин, становится причиной формирования в западинных формах рельефа и на склонах особых локальных ландшафтов с характерной влаголюбивой растительностью и почвами гидроморфного ряда.

В течение последних десятилетий на юге Ростовской области произошло крупномасштабное техногенное изменение экологических условий, связанное с устойчивым и почти повсеместным подъемом уровня грунтовых вод (Никаноров и др., 2009). Подтопление разной степени интенсивности установлено на территориях 129 населенных пунктов юга Ростовской области, при этом в 74 населенных пунктах наблюдается сильное и относительно частое подтопление. Площадь подтапливаемых

территорий и территорий, потенциально подтапливаемых в многоводные годы, составляла в 2014 году 220 км2 (Барцев и др., 2014) и эти цифры продолжают возрастать.

Целью данной работы является изучение биологических свойств черноземов миграционно-сегрегационных Ростовской области, подвергающихся подтоплению грунтовыми водами.

Исследования проводились в Зерноградском районе Ростовской области. Исследуемая территория по характеру строения поверхности представляет собой плоскую пониженную равнину, слаборасчленённую долинами рек и балками. По степени естественной дренированности территория, характеризуется как слабо и весьма слабо дренированная. При таком характере естественной дренированности, даже небольшие изменения исторически сложившегося баланса грунтовых вод территории сказываются для неё негативно. Кроме того, региональным водоупором на этой территории служит толща майкопских глин, которые являясь непреодолимым препятствием перетёку грунтовых вод в нижележащие слои, становятся еще одной естественной причиной развития на изучаемой территории грунтового подтопления.

Зональные почвы представлены агрочерноземами миграционно-сегрегационными. Они характеризуются однородным гранулометрическим составом (глинистым и тяжелосуглинистым), значительной мощностью гумусовых горизонтов при невысоком содержании гумуса, высокой карбонатностью и наличием двух карбонатных горизонтов – «плесени» и «белоглазки».

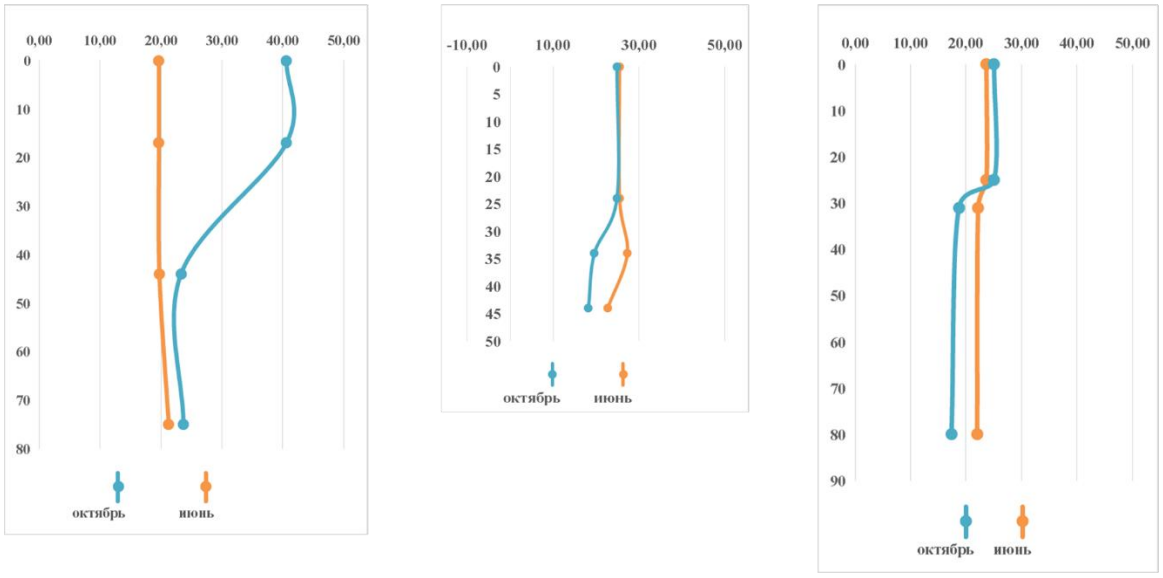
Объекты и методы. Объектом изучения является полугидроморфный ландшафт с типичной гигрофитной растительностью, расположенный в депрессии рельефа на сельскохозяйственном поле, имеющем слабый уклон к р. Мечетка. Совокупность почвенно-экологических факторов в переувлажненном ландшафте служит основной причиной смены агрофитоценозов на естественные сообщества растений. Естественная флора изученного локально переувлажненного ландшафта представлена следующими семействами: Злаковые (*Poaceae*), Астровые (*Asteraceae*), Вьюнковые (*Convolvulaceae*), Крестоцветные (*Cruciferae*). Между фитоценозом переувлажненного ландшафта и агрофитоценозом существует переходная зона, которая занята сорными видами, а культурные растения сильно угнетены. Растительный покров участка не представляет собой единого целого, а состоит из отдельных очагов тростника обыкновенного (*Phragmites com*munis) и значительным участием вейника наземного (*Calamagrostis epigeios*). Данный участок имеет преимущественно грунтовое переувлажнение профиля почв, что обуславливается сложной литологической неоднородностью почвообразующих и подстилающих пород. В связи с подтоплением, почвы характеризуются разной степенью засоления, особенно переферийные участки ландшафта (новообразования солей встречаются с 20 см). Почвенный покров изучаемого ландшафта представляет собой комбинацию из черноземов квазиглееватых солончаковых и черноземов квазиглееватых незасоленных родов. Ядро участка вероятнее всего остается нетронутым в течение времени существования этого ландшафта (более 40 лет), а прилагающие к нем территории периодически подвергаются распашке.

На обрабатываемой части поля разрез был заложен вне влияния зоны избыточного увлажнения, среди сельскохозяйственных культур, где почва представлена агрочерноземом миграционно-сегрегационным, который в дальнейшем использовался в качестве эталона сравнения.

Для определения биологических свойств почв использовались общепринятые методы (Даденко и др., 2021). Исследование содержания общего гумуса осуществлялось по методу И.В. Тюрина в модификации Б.А. Никитина. Статистическая обработка данных была выполнена с помощью программного пакета Statistica 13.

Результаты и обсуждение. Трансформация черноземов под влиянием вторичного переувлажнения изменяет современный режим этих почв и некоторые свойства, но не приводит к нарушению профиля. Сохраняется последовательность генетических горизонтов и ряд морфологических признаков, свойственных черноземам миграционно-сегрегационным (наличие ясно локализованного аккумулятивно-карбонатного горизонта, содержащего сегрегационные формы карбонатных новообразований – белоглазку), вскипают с поверхности или в горизонте А. Но смена экологических условий почвообразования приводит к формированию особых свойств, а именно: более мощный гумусовый профиль, высокая плотность, особенно в нижележащих горизонтах (Тищенко и др., 2013), значительная степень влажности профиля и наличие (в большинстве случаев) легкорастворимых солей в верхней части профиля. В профиле отсутствуют морфологические признаки глеевого процесса: характерные холодные тона окраски, железо-марганцевые новообразования.

Для биологических свойств почвы большое значение имеет почвенная влажность, а также содержание органических веществ. Изучение полевой влажности показало, что черноземы квазиглееватые в целом характеризуются более высокими значениями, чем агрочерноземы, при этом достоверные отличия наблюдаются на глубине 0-25, 25-37, а также 60-90 см. Такие тенденции сохраняются вне зависимости от погодных условий и сезона.



А Б В

Рисунок 1. Полевая влажность исследуемых черноземов, %
А - чернозем квазиглееватый; Б - чернозем квазиглееватый солончаковый; В - агрочернозем миграционно-сегрегационный

Проводимые в течение многих лет исследования содержания общего гумуса показали, что общей тенденцией является увеличение его содержания в черноземах квазиглееватых по сравнению с агрочерноземами, особенно в верхней и средней части профиля (Тищенко, Безуглова, 2012).

Почвы участков локального переувлажнения характеризуются увеличением гумусированности почв в 1,5 раза по сравнению с окружающими пятно зональными почвами, а в некоторых случаях – почти в два раза. Данная закономерность сохраняется при разных методах определения: как классическим методом (Тюрина с окончанием по Орлову-Гриндель) так и современным инструментальным (прямое сжигание на

анализаторе углерода TOC-L CPN Shimadzu). Увеличение количества гумуса, по нашему мнению, обусловлено несколькими причинами: замедлением процессов минерализации органических остатков из-за периодической смены окислительно-восстановительного режима и накоплением полуразложившегося материала, а также с изменением характера растительных остатков в связи со сменой растительных ассоциаций на территории участков переувлажнения. Изменяется профильное распределение гумуса. Гумусовый профиль становится более вытянутым. Надо сказать, что процесс увеличения содержания гумуса не продолжается с течением времени существования этого залежного участка. Существующий уровень содержания гумуса сохраняется уже на протяжении всего времени изучения данного ландшафта (с 2004 года). Вероятно, данный ландшафт сейчас находится в равновесном состоянии и уровень содержания гумуса при сложившимся фитоценозе и при сохранении режима использования тоже будет сохранятся и далее.

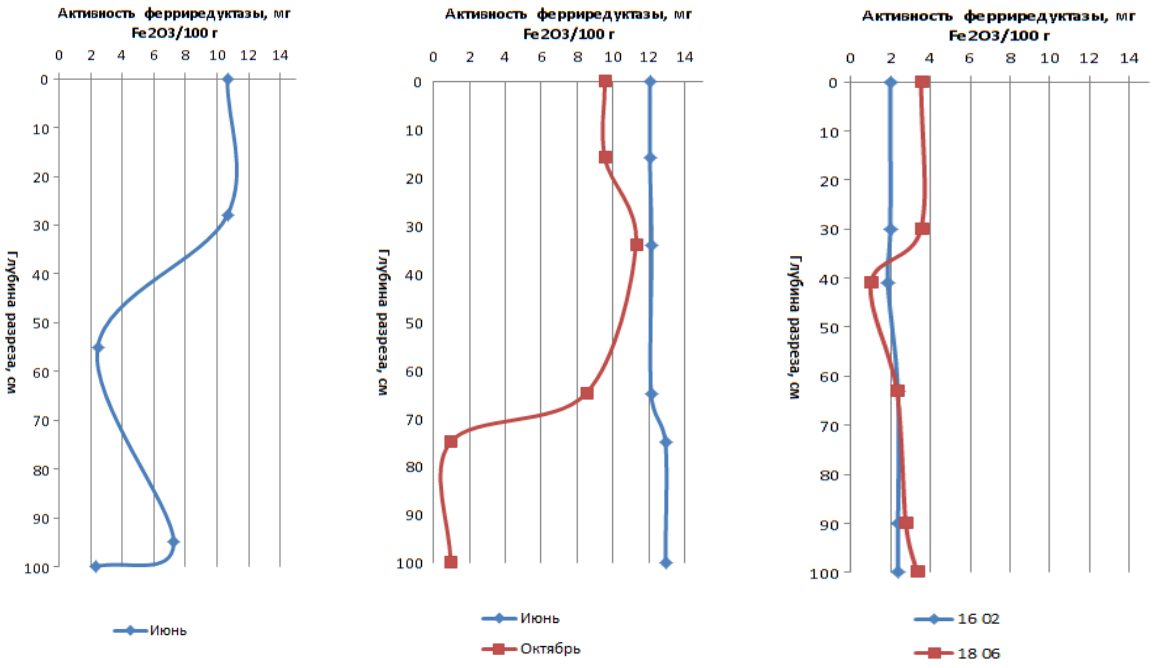
Основная роль в процессах гумусообразования принадлежит почвенным ферментам цикла углерода. В ходе исследований почв участка было выявлено, что наибольшая активность пероксидазы и полифенолоксидазы в целом отмечается в черноземе квазиглееватом. Для него также характерно повышение активности обоих ферментов в средней и нижней части профиля, что может быть связано с особым режимом увлажнения данных горизонтов, изменением pH, особенностями сообщества микроорганизмов, повышенным содержанием органических веществ. В черноземе миграционно-сегрегационном активность пероксидазы и полифенолоксидазы постепенно снижается с глубиной. Исследования других авторов показали (Казеев и др., 2006), что активность инвертазы лучше других ферментов отражает уровень плодородия и биологической активности почв. В ходе исследования активности инвертазы того же участка было выявлено, что для изучаемых чернозёмов разница показателя незначительна.

Было также проведено исследование активности фермента, принадлежащего классу оксидоредуктаз – ферриредуктазы, который активизируется в анаэробных условиях. Ферриредуктазы используют кислород окиси железа в качестве акцептора электронов в окислительно-восстановительных процессах. При этом окисные формы железа восстанавливаются в закисные.

Активность этого фермента в черноземе квазиглееватом закономерно выше, чем в агрочерноземе. Активность увеличивается более чем в 3 раза (рис. 2).

При этом активность ферриредуктазы остается стабильно высокой даже после снижения влажности в летний период (июль-август-сентябрь). Активность ферриредуктазы, как правило, увеличивается вниз по профилю, что говорит о стабильном длительном переувлажнении нижней части профиля почв исследуемого ландшафта.

Изучение общей численности микроорганизмов показало, что наибольшее их количество отмечается в черноземе квазиглееватом. При сравнении черноземов между собой достоверная разница показателя отмечена в трех верхних горизонтах почв до глубины 60 см. В обоих почвах происходит постепенное снижение показателя вниз по профилю. Согласно общепринятой шкале Звягинцева обогащенность черноземов квазиглееватых микроорганизмами оценивается как средняя, а агрочернозем беден микроорганизмами.



А Б В

Рисунок 2. Активность ферриредуктазы, мг Fe2O3/100 г в черноземах Зерноградского района: А - чернозем квазиглееватый; Б - чернозем квазиглееватый солончаковый; В - агрочернозем миграционно-сегрегационный

Оценка ранговой корреляции Спирмена для чернозема квазиглееватого выявила сильную прямую связь содержания гумуса с активностью инвертазы, содержанием микроорганизмов, а также обратную связь гумуса с пероксидазой и полифенолоксидазой. Достоверной связи влажности с вышеперечисленными показателями в данном черноземе выявлено не было. В агрочерноземе миграционно-сегрегационном существует сильная прямая связь содержания гумуса со всеми изучаемыми показателями. Между собой показатели также имеют прямые связи.

Выводы. Избыточное увлажнение черноземов приводит к увеличению содержания в них общего гумуса, возрастанию ферментативной активности и увеличению количества микроорганизмов. Это явление наиболее выражено для верхней части профиля черноземов квазиглееватых.

Переувлажненные черноземы характеризуются повышением ферментативной активности. Активность пероксидазы и полифенолоксидазы в агрочерноземах миграционно-сегрегационных также снижается с глубиной, а в черноземах квазиглееватых, наоборот, происходит небольшое увеличение активности ферментов углеродного цикла в средней и нижних частях профиля. Для активности инвертазы не было выявлено отличий между автоморфными и переувлажняемыми черноземами.

Активность ферриредуктазы изменяется как сезонно, так и вниз по профилю. Наибольшая активность фермента наблюдается в почвах переувлажненного ландшафта в июне, при наибольшей влажности почвенного профиля. Активность ферриредуктазы как правило увеличивается вниз по профилю, что говорит о грунтовом характере переувлажнения почв исследуемом ландшафте. Увеличение активности ферриредуктазы является показателем наличия анаэробных условий в течении периода избыточного увлажнения нижней части почвенного профиля.

Список литературы

1. Барцев О.Б., Гарькуша Д.Н., Никаноров А.М., Минина Л.И., Зубков Е.А. Режим грунтовых вод, масштабы и причины техногенного подтопления населенных пунктов юга Ростовской области // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10. Вып. 2. – С. 415-422.
2. Даденко Е.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Методы определения ферментативной активности почв. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2021. – 174 с.
3. Казеев К.Ш., Стрелкова В.И., Тищенко С.А. Влияние переувлажнения на биоту и свойства почв Юга России. –Ростов н/Д: Ростиздат, 2006. – 143 с
4. Никаноров А.М. Техногенное подтопление на территории юга России в Ростовской области / А.М. Никаноров, О.Б. Барцев, Б.О. Барцев // Известия РАН. Серия географическая. – 2009. – №1. – С.1-11.
5. Тищенко С.А., Безуглова О.С. Гумусное состояние почв локально переувлажненных ландшафтов Нижнего Дона. Почвоведение. 2012. № 2. С. 156-165.
6. Тищенко С.А., Безуглова О.С., Морозов И.В. Особенности физических свойств почв локально переувлажненных ландшафтов Нижнего Дона. Почвоведение. 2013. № 3. С. 1-7

ВЛИЯНИЕ СМЕНЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА КАРБОНАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИАЗОВСКОЙ СТЕПИ, СОСТАВ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА И ^{14}C-ВОЗРАСТ КАРБОНАТОВ

[1]Хохлова О.С., [2]Булышева А.М.

[1]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, ул. Институтская, 2, Пущино, Московская обл., 142290 Россия,
e-mail: olga_004@rambler.ru

[2]Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, 16 линия В.О., 29, Санкт-Петербург, 199178 Россия,
e-mail: annie.bulysheva@gmail.com

INFLUENCE OF LAND-USE CHANGE ON THE CARBONATE STATUS OF CHERNOZEMS IN THE CIS-AZOV STEPPE, THE COMPOSITION OF STABLE CARBON ISOTOPES AND ^{14}C-AGE IN PEDOGENIC CARBONATES

[1]Khokhlova Olga, [2]Bulysheva Anna

[1]Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences, Pushchino, 142290 Russia

[2]St. Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg, 199178 Russia

Аннотация. Карбонатное состояние черноземов разновозрастных залежей по сравнению с пахотным аналогом изучено в Ростовской области с использованием комплекса методов. Проанализированы данные полевого изучения профилей почв, мезо- и микроморфологического анализов, физико-химические свойства, проведено ^{14}C-датирование и определение δ^{13}C карбонатов в Вк и ВСк горизонтах. При переводе пашни в залежь твердые карбонатные новообразования в нижней части профиля растворяются и исчезают, а в горизонтах АВк и Вк1 (40–80 см) появляются миграционные формы карбонатов. Отмечено частичное вымывание карбонатов в залежных почвах, уменьшение их запасов по сравнению с пашней. Карбонаты в залежных почвах постепенно вытесняются из ранее занятых ими в пахотную стадию почвенных горизонтов, обновляясь при этом за счет активной перекристаллизации под воздействием корней растений и

мезофауны. Основной путь трансформации карбонатов в залежи – межтрещинная и межпедная масса, где расположены рассеянные карбонаты. При нахождении изученных черноземов в залежи ≤ 30 лет их карбонаты получают новое квазистабильное состояние по сравнению с пашней. Значительное влияние на трансформацию карбонатов оказывает растительность, появляющаяся после самозарастания залежных почв.

Ключевые слова: черноземы, степная зона, карбонатное состояние, стабильные изотопы углерода в карбонатах, ^{14}C даты карбонатов.

Abstract. The carbonate status of chernozems on abandoned plots of different ages in comparison with the arable soil in the Rostov region was studied using a set of methods. The data of the field study of soil profiles, meso- and micromorphological studies, physical and chemical properties were analyzed, ^{14}C-dating and determination of $\delta^{13}C$ in carbonates in Bk and BCk horizons were carried out. When the arable land is converted into an abandoned one, hard carbonate concretions dissolve and disappear in the lowermost part of the profile, and migrational carbonates appear in the horizons ABk and Bk1 (40–80 cm). Partial leaching of carbonates in the abandoned soils, a decrease in carbonate stocks in comparison with arable land, was noted. Carbonates in the abandoned soils are gradually forced out of the soil horizons previously occupied by them in the arable stage, being renewed due to active recrystallization under the influence of plant roots and mesofauna. The main way of transformation of carbonates is space between cracks, pores, and peds, via the dispersed carbonates. When the studied chernozems are situated in the abandoned plots ≤ 30 years, their carbonates get a new quasi-stable state in comparison with arable land. The vegetation that appears on the abandoned soils has a significant effect on the transformation of carbonates.

Key words: Chernozems, steppe area, carbonate status, stable carbon isotopes in carbonates, ^{14}C-dates of carbonates.

Введение

При агроиспользовании степных почв изменяются все режимы их функционирования, что отражается не только на гумусном состоянии, которое изучается в агропочвах наиболее часто, но и на состоянии карбонатов, которое изучено пока недостаточно и неполно. Работы, направленные на понимание того, что происходит с карбонатами в черноземах степной зоны при изменении типа землепользования из пашни в залежи, практически отсутствуют.

Вместе с тем, карбонаты вместе с гумусом определяют классификационное положение черноземов, а также являются составной частью углеродного пула степных почв, поэтому познание механизмов и скорости трансформации карбонатного состояния важно как с теоретической, так и с прогнозно-практической точек зрения.

Данные о стабильных и радиогенных изотопах углерода (С) в педогенных карбонатах широко используются для оценки параметров среды (температура, осадки, концентрация атмосферного CO_2) в момент карбонатообразования. Также изотопы С в карбонатах изучались с целью понимания механизма трансформации карбонатного состояния почв и источников С для формирования карбонатов в связи с различным землепользованием и показали достаточно высокий потенциал для решения поставленных задач. Однако исследования изотопов С в педогенных карбонатах для понимания процессов восстановления карбонатного статуса на прежде распахиваемых, а ныне заброшенных или самовосстанавливающихся землях ранее не проводились.

Целью данной работы является рассмотрение процессов трансформации карбонатного состояния черноземов при переходе от пахоты к залежи (на примере

Приазовской степи, Россия) на основе комплексных исследований с основным акцентом на состав стабильных изотопов С в педогенных карбонатах и их ^{14}С-возраст.

Объекты и методы

Регион исследования расположен в Ростовской области России в зоне умеренного континентального климата. Он характеризуется избытком тепла и недостатком увлажнения. Это степная зона в пределах Северо-Приазовской эрозионно-аккумулятивной равнины на водораздельной территории. Почвообразующими породами являются лессовидные суглинки. В почвенном покрове преобладают черноземы обыкновенные.

На территории хозяйства Южного федерального университета и памятника природы регионального значения «Степь Приазовская» расположены 4 разновозрастных залежи. Нами были изучен хроноряд постагрогенных агрочерноземов сегрегационных (по Классификации и диагностике почв России (Шишов и др, 2004)) или Calcic Chernozems (по WRB, 2015), которые вышли из сельскохозяйственного использования 86, 30, 20 и 14 лет назад (на сентябрь 2016 г.). Для сравнения был изучен агрочернозем сегрегационный, расположенный на пашне в непосредственной близости от залежных участков. Поле распахивается непрерывно около 150 лет (Лопес де Гереню и др., 2009). По данным руководства учебно-опытного хозяйства Южного федерального университета на поле используется зернопропашной севооборот, под чистым паром пашню не оставляют, удобрения не вносят. За 86 лет на самой старой залежи сформировался растительный покров, характерный для данной местности – пырейно-типчаково-ковыльно-разнотравная степь. 20- и 30-летняя залежи находятся на корневищно-злаковой стадии сукцессионной смены растительности. Здесь в растительном покрове преобладает вейник наземный (Calamagrostis epigeios). На 14-летней залежи доминирует астрагал белостебельный (Astragalus albicaulis), который имеет мощную стержневую корневую систему и одревеснивший стебль.

На каждой залежи и пашне были заложены по одному почвенному разрезу Характеристика почвенных разрезов представлена в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика объектов исследования

Координаты WGS 84	Тип землепользования, разрез	Название почвы по	
		Классификации и диагностике почв России, 2004	WRB (2015)
47.27459 N, 39.32722 E	Пашня	Агрочернозем сегрегационный маломощный тяжелосуглинистый	Calcic Chernozem (Loamic, Aric)
47.27536 N, 39.32737 E	Залежь 14 лет	Чернозем сегрегационный постагрогенный мощный тяжелосуглинистый	Calcic Chernozem (Loamic, Pachic)
47.27632 N, 39.32743 E	Залежь 20 лет	Чернозем сегрегационный постагрогенный среднемощный тяжелосуглинистый	Calcic Chernozem (Loamic, Pachic)
47.27682 N, 39.32745 E	Залежь 30 лет	Чернозем сегрегационный постагрогенный среднемощный тяжелосуглинистый	Calcic Chernozem (Loamic, Pachic)
47.27745 N, 39.32705 E	Залежь 86 лет	Чернозем сегрегационный постагрогенный среднемощный тяжелосуглинистый	Calcic Chernozem (Loamic, Pachic)

В процессе полевых работ было составлено подробное морфологическое описание каждого почвенного разреза, представленного в табл. 1. Глубина всех почвенных разрезов составила 200 см. Пробы отбирались из каждых 10 см в верхних 100 см, и из каждых 20 см – в интервале от 100 до 200 см. В лаборатории в этих пробах было определено содержание

углерода карбонатов. Для этого пробы обработали 10% раствором HCl и закрыли в герметичных сосудах с резиновыми пробками на 1 час, после чего измерили содержание карбонатов манометрическим способом и пересчитали в содержание углерода карбонатов (Воробьева, 1998). Плотность сложения почвы определяли в середине каждого выделенного почвенного горизонта методом режущего кольца (Растворова, 1983), а также с помощью ручного бура в каждых 10 см (до глубины 70 см) в трехкратной повторности. На основе содержания углерода карбонатов по профилю, плотности сложения почвы был рассчитаны запасы углерода карбонатов для слоев: 0-50 см, 50-100 см, 100-150 см, 150-200 см, 0-100 см и 0-200 см в каждом заложенном почвенном разрезе.

Из горизонтов Bk и BCk были отобраны пробы ненарушенного сложения для проведения мезоморфологического описания с помощью бинокулярного стереомикроскопа МБС-10, объекты фотографировали с помощью камеры Nikon D5500 с макрообъективом NIKKOR. Также из этих горизонтов были отобраны микромонолиты, из них изготовлены шлифы для проведения микроморфологического анализа на микроскопе CarlZeiss AxioScopeA1 в скрещенных и параллельных николях в ЦКП ИФХиБППРАН (г. Пущино, Россия).

Белоглазка в изученных профилях почв залегает двумя слоями, где ее накопление максимально. Эти слои совпадают с выделенными в изученных почвах горизонтами Вк1 и Вк2. Для определения радиоуглеродного возраста пробы почвы были отобраны из середины скопления белоглазки из этих двух горизонтов в каждом профиле. Радиоуглеродное датирование проводилось в Киевской радиоуглеродной лаборатории НАН Украины. Были проанализированы пробы, содержащие общую почвенную массу с включением белоглазки. Также была проанализирована белоглазка с твердым ядром, которая была обнаружена в нижних слоях почвы, отдельно от вмещающей ее почвенной массы.

Для анализа стабильных изотопов были отобраны пробы белоглазки и отдельно пробы почвенной массы, вмещающей белоглазку, вскипающей, но без видимых форм карбонатов. Отношение $^{13}C/^{12}C$ ($\delta^{13}C$) было измерено с помощью масс-спектрометра с непрерывным потоком (Thermo Electron GmbH, Bremen, Germany) в Институте проблем экологии и эволюции РАН.

Результаты и обсуждение

Изучение макро- и мезоморфологического строения показало, что на залежах 86 и 30 лет на поверхности почвы образуется слой дернины. Залежные черноземы состоят из одного или двух гумусовых постагрогенных горизонтов (Ар). Под гумусовыми горизонтами залегают один или два горизонта АВк. Затем располагаются аккумулятивно-карбонатные горизонты с белоглазкой (Вк1, Вк2), под которыми находятся переходные к породе горизонты ВСк. Пахотный чернозем имеет аналогичное строение почвенного профиля, где вместо гумусового постагрогенного горизонта расположен пахотный агротемногумусовый. Строение почвенных профилей представлено на рисунке 1.

Аккумулятивно-карбонатные горизонты во всех исследованных почвах содержат сегрегационные формы карбонатов – белоглазку двух видов: с четкими и диффузными границами с вмещающей массой (рис. 2). В пахотном черноземе и черноземе 14-летней залежи преобладает белоглазка с четкими границами как внутри структурных отдельностей, так и в межпедном пространстве. В нижних горизонтах белоглазка имеет твердое ядро. В пахотной почве она более обильна, чем в почве 14-летней залежи. В 20-летней залежи – в горизонте Вк1 преобладает белоглазка с диффузными границами, которая располагается между педов. В горизонте Вк2, наоборот, внутри структурных отдельностей преобладает белоглазка с четкими границами, а белоглазки с диффузными границами мало. В черноземах “старых” залежей (30 и 86 лет) преобладает белоглазка с

диффузными границами. Внутри педов встречается белоглазка с четкими границами в небольшом количестве.

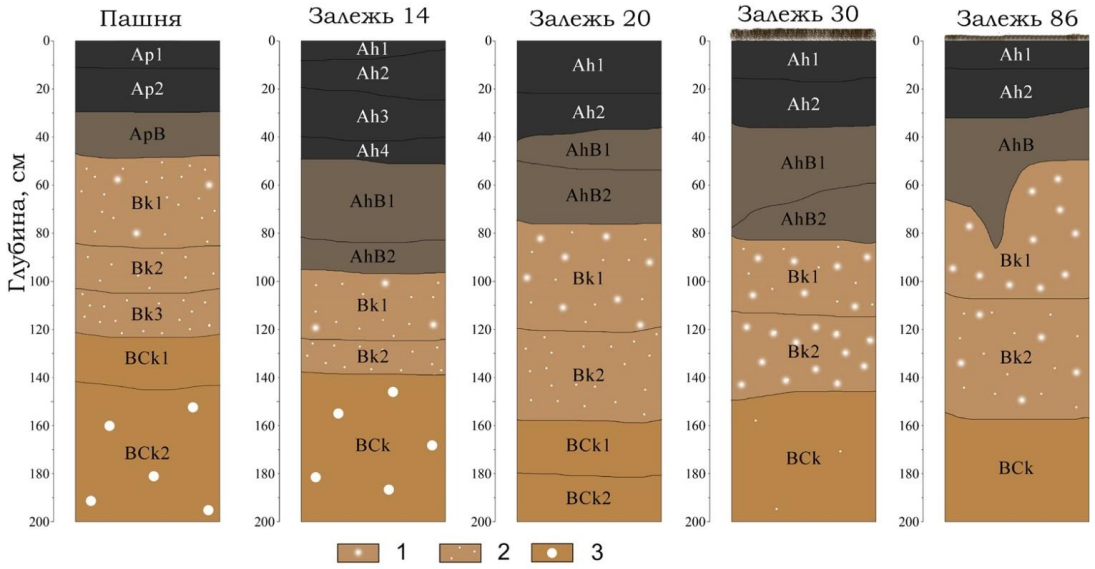


Рисунок 1. Профили исследованных почв. 1 – белоглазка с диффузной границей, 2 – белоглазка с четкой границей, 3 – белоглазка с твердым ядром.

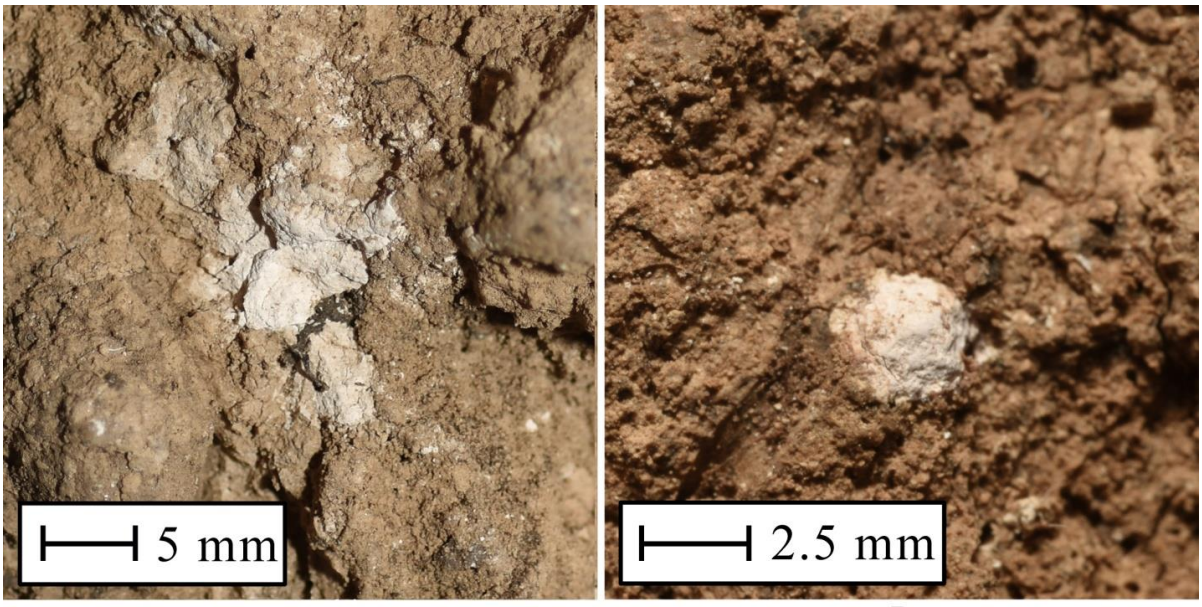


Рисунок 2. Белоглазка с диффузными границами (слева) в горизонте Вк1 (85–100 см) в разрезе на залежи 86 лет, и четкими (справа) границами в горизонте Вк2 (130–149 см) в разрезе на залежи 20 лет.

Микроморфологический анализ показывает, что в пахотном черноземе и черноземе 14-летней залежи в горизонте Bk1 видны более темные в проходящем свете обособленные пятна карбонатной пропитки. Часто пропиточные пятна пересекаются трещинами, как мы полагаем, возникающими в результате неравномерного просыхания и дробления карбонатных новообразований (рис. 3 а). Немного размытые границы пропиточных пятен с окарбоначенной тонкодисперсной массой могут быть связаны как раз с дроблением. В

почве 14-летней залежи помимо этого появляются карбонатные пленки в порах, иногда – инфилинги (рис. 3 c). В горизонте Bk2 границы между окарбоначенной почвенной массой карбонатными новообразованиями четкие, их размеры больше, чем для таковых в горизонтах Bk1 (рис. 3 b, d).

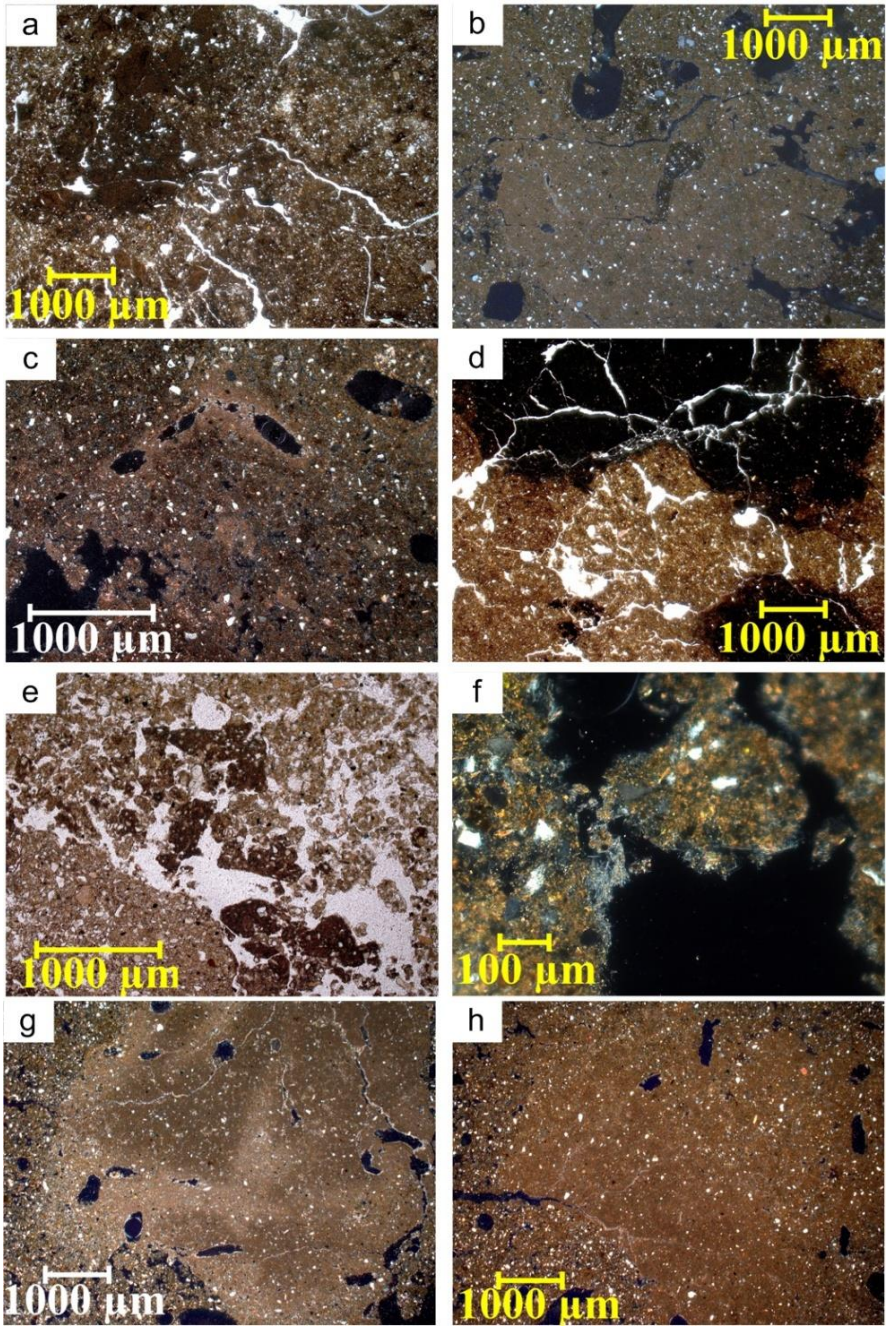


Рисунок 3. Микростроение карбонатных горизонтов в почвах изучаемого хроноряда: a – пашня, гор. Bk1, PPL; b – пашня, гор. Bk2, XPL; c – залежь 14 лет, гор. Bk1, XPL; d – залежь 14 лет, гор. Bk2, PPL; e – залежь 86 лет, гор. Bk1, PPL; f – залежь 30 лет, гор. Bk1, XPL; g – залежь 86 лет, гор. Bk2, XPL; h – залежь 30 лет, гор. Bk2, XPL. PPL – проходящий свет, XPL – поляризованный свет. Объяснения к рисунку смотрите в тексте.

В почвах 30- и 86-летней залежи в горизонте Bk1 четко видны признаки дробления мезофауной карбонатных новообразований (рис. 3 e). При большом увеличении среди

осколков карбонатных аккумуляций, состоящих из микрокристаллического (микроспарит) кальцита, обнаруживаются игольчатые кристаллы (рис. 3 f). В нижнем аккумулятивно-карбонатном горизонте Bk2 в тонкодисперсной силикатной массе располагаются карбонатные аккумуляции, значительные по размеру (несколько миллиметров в шлифе), которые не имеют четкие границы с ней: сильноокарбоначенная почвенная масса постепенно переходит в менее окарбоначенную (рис. 3 g, h).

В постагрогенном черноземе 20-летней залежи обнаружены признаки, характерные как для черноземов пашни и 14-летней залежи, так и 30- и 86-летней залежей. Таким образом, микростроение изученных горизонтов почвы 20-летней залежи демонстрирует переходные черты от пахотной к длительной залежной стадии развития.

Согласно полевому исследованию почвенных профилей вскипание от 10% раствора HCl отмечается с поверхности почвы, что подтверждается и данными определения содержания Скарб в них (рис. 4 a) Глубина максимального накопления углерода карбонатов варьирует от 40 до 140 см в исследованных почвах. Наиболее высоко максимум карбонатов расположен в пахотной почвы, затем в 86-летней залежи, при этом содержание Скарб составляет 2,27 и 2,40% соответственно. У остальных почв максимальное содержание углерода карбонатов расположено глубже: 14-летней – 140 см (2.70%), 20-летней – 80–120 см (2.53%), 30-летней – на глубине 120 см (2.81%). В самых глубоких горизонтах (на глубине 180-200 см) содержание углерода карбонатов больше для черноземов пашни и молодых залежей, и меньше – в черноземах старых залежей.

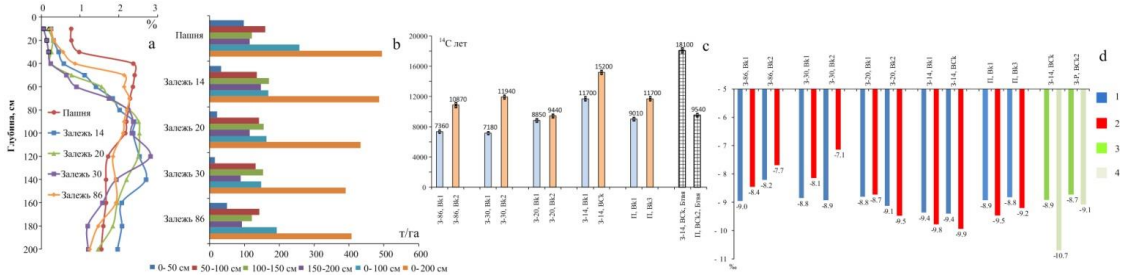


Рисунок 4. Содержание (a) и запасы углерода карбонатов (b), радиоуглеродный возраст (c) и $\delta^{13}C$ (d) для карбонатов в изучаемых почвах. Сокращения: З – залежь, П – пашня. 1, 2 – $\delta^{13}C$ в парах образцов белоглазка-несегрегированные карбонаты, окружающие её; 3, 4 – $\delta^{13}C$ в парах образцов белоглазка с твердым ядром-рассеянные карбонаты.

Запасы углерода карбонатов в двухметровой толще наиболее высоки в черноземах пашни и 14-летней залежи – около 500 т/га, а в почвах 30- и 86-летней залежи отмечены наименьшие запасы углерода карбонатов (около 400 т/га) (рис. 4 b). Почвы пашни и 14-летней залежи выходят вперед по запасам карбонатного углерода за счет самой верхней (0–50 см) и самой нижней (150–200 см) проанализированных толщ. В слое 50–100 см запасы карбонатов наиболее высоки в пахотной почве. Почвы всех залежей демонстрируют близкие и при этом наибольшие запасы в толщах 50–100 и 100–150 см. Наименьшие запасы углерода карбонатов в слое 150-200 см обнаружены в черноземах 30- и 86-летних залежах.

По данным радиоуглеродного анализа, во всех профилях залежных почв и почвы пашни радиоуглеродный возраст карбонатов в нижней части аккумулятивно-карбонатной толщи (горизонты Bk2, Bk3 или BCk) больше по сравнению с верхней (горизонты Bk1) (рис. 4 c). Исключеним является почва 20-летней залежи, в которой указанная закономерность формально соблюдается, но при этом даты сильно сближены. Если в остальных почвах разность дат в верхнем и нижнем горизонтах составляет от 2700 до 4800 лет, то в почве 20-летней залежи – всего лишь 600 лет.

Наибольшие ^{14}C-даты карбонатов, как для нижнего, так и для верхнего горизонтов получены для почвы залежи 14 лет. Если не принимать во внимание это аномальное повышение ^{14}C-дат в 14-летней залежи, можно отметить тренд постепенного снижения возраста карбонатов от пахотной почвы к залежи 86-лет, как в нижнем, так и в верхнем опробованном горизонтах. Даты карбонатов в почвах 86- и 30-летних залежей очень близки.

Даты для белоглазки с твердым ядром, которая были обнаружена лишь в почвах пашни и в самой молодой залежи, показали сильно различающиеся величины: ^{14}C-дата для белоглазки с твердым ядром в почве 14-летней залежи практически в два раза превышает таковую в почве пашни.

В почвах 86- и 30-летней залежей величины δ^{13}C сегрегированных карбонатов более отрицательные, чем несегрегированных в парах образцов, как в верхнем, так и нижнем аккумулятивно-карбонатных горизонтах (рис. 4 d). В почвах пашни и 14-летней залежи наблюдается обратная закономерность. В почве 20-летней залежи ситуация промежуточная: в горизонте Bk1 несегрегированные карбонаты демонстрируют более тяжелые величины δ^{13}C, чем сегрегированные, а в горизонте Вк2 – наоборот.

В целом для залежного ряда величины δ^{13}C как для сегрегированных, так и несегрегированных карбонатов меньше (более отрицательные) для молодых залежей и почвы пашни, чем для 86- и 30-летней залежей. То есть, с возрастанием времени нахождения почвы в залежном состоянии до 30 лет величины δ^{13}C в карбонатах повышаются (становятся менее отрицательными).

Закономерность распределения величин δ^{13}C для белоглазки с твердым ядром и несегрегрованных карбонатов в почвах пашни и 14-летней залежи такая же, как и для белоглазки (рис. 5 b, зеленые и светло-зеленые столбики). Необходимо лишь отметить аномально высокое отрицательное значение δ^{13}C в несегрированных карбонатах залежи 14-ти лет – -10.7‰.

Заключение

При переходе от пахотной стадии к залежам разной длительности в почвах выявлена глубокая трансформация карбонатного состояния на всех уровнях изучения, от макро-, мезо-, микроморфологического и до атомарного уровня через обмен радиогенных и стабильных изотопов С в карбонатах. Впервые установлены пути и скорости трансформации карбонатного состояния черноземов степной зоны России.

Появление стабильного растительного покрова на поверхности залежных почв – решающий фактор трансформации изучаемых педогенных карбонатов. Состав растительного покрова на самовосстанавливающихся залежах может существенно повлиять на ход и результаты изменения карбонатов в почве, о чем свидетельствуют параметры карбонатного состояния чернозема на 14-летней залежи.

За время ≤30 лет черноземы самозарастающих залежей в степной зоне России приходят к «новому» квазистабильному состоянию карбонатов в связи с изменением термодинамического режима по сравнению с пашней.

Карбонаты в залежных почвах постепенно вытесняются из ранее занятых ими в пахотную стадию почвенных горизонтов, обновляясь при этом за счет активной перекристаллизации под воздействием корней растений и мезофауны. В черноземах «старых» залежей как радиогенные, так и стабильные изотопы С в карбонатах показывают обновление по сравнению с пашней, при этом преимущественное обновление характерно для несегрегированных карбонатов. Таким образом, основной путь трансформации карбонатов в залежи – межтрещинная и межпедная масса и рассеянные в ней карбонаты.

Благодарности

Статья подготовлена по теме Государственного задания № 0191-2019-0046

Список литературы

1. Воробьева Л.А. Химический анализ почв: Учебник. — М.: Изд-во МГУ, 1998. 272 с.
2. Лопес де Гереню В.О., Курганова И.Н., Ермолаев А.М., Кузяков Я.В. Изменение пулов органического углерода при самовосстановлении пахотных черноземов // Агрохимия, 2009. № 5. С. 5–12.
3. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004.– 235 с.
4. IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
5. Растворова О.Г. Физика почв (практическое руководство). Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1983. 196 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОСТПИРОГЕННОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА И ВОЗРАСТАЮЩИХ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК

Чебыкина Е.Ю., Абакумов Е.В.
Санкт-Петербургский государственный университет,
г. Санкт-Петербург, Россия
doublemax@yandex.ru

HORIZONS OF STUDYING POSTFIRE SOIL FORMATION FEATURES THROUGH CHANGING CLIMATE AND INCREASING ANTHROPOGENIC IMPACT

Chebykina E.Yu., Abakumov E.V.
Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia
doublemax@yandex.ru

Аннотация. В период с 2010 по 2020 гг. проводились мониторинговые исследования постпирогенных почв в суббореальном поясе на примере островного бора г. Тольятти, подвергшиеся воздействию катастрофических лесных пожаров в июле 2010 г. По результатам проведенных исследований было показано, что в профиле постпирогенных почв происходит коренная перестройка почв на морфологическом (горизонтном, агрегатном) и молекулярном уровнях – выгорание подстилки, накопление золы, углистого материала, гумонов и других форм черного углерода. Спустя время происходит активация эрозионных процессов, под влиянием которых наблюдается обеднение верхних горизонтов почв зольными элементами и органическими соединениями. К сожалению, летом 2021 года произошел крупный лесной пожар на том же месте, что и в 2010 году. Часто повторяющиеся лесные пожары могут крайне негативно воздействовать на процесс регенерации почвенного покрова различных биогеоценозов, что требует оценки и тщательных исследований.

Ключевые слова: лесные пожары, экологическая сукцессия, демутационные смена, суббореальный пояс, послепожарное почвообразование, пирогенез.

Abstract. Monitoring studies of postpyrogenic soils in a subboreal zone were carried out in the period 2010-2020 using the example of scotch pine forest in Togljatty city, Samara region, which were affected by catastrophic forest fires in July 2010. Based on study results, it was shown that a radical rearrangement of soils occurs on the morphological (horizontal, aggregate) and molecular levels in post-pyrogenic soils profiles - burning of the litter, accumulation of ash, carbonaceous material, humons and other forms of black carbon. After a while, erosion processes

are activated and upper soil horizons are depleted of ash elements and organic compounds. Unfortunately, there was a major forest fire in the summer of 2021at the same place as in 2010. Frequently repeated forest fires can have an extremely negative impact on regeneration processes of the soil cover in various biogeocenoses, which requires assessment and careful research.

Keywords: forest fires, ecological succession, demutation change, subboreal belt, postfire soil formation, pyrogenesis.

Антропогенное воздействие на природные биогеоценозы, которое в последнее время усиливается в геометрической прогрессии, приводит к изменению функционирования экосистем и делает мониторинговые работы крайне актуальными.

Для различных экосистем характерны демутационные смены (сукцессии), вызванные, наряду с динамикой климата, воздействием природных (ветровалы, вспышки численности вредителей), природно-антропогенных (пожары) и антропогенных (лесозаготовки) явлений. Важным фактором, влияющих на функционирование наземных и прилегающих водных систем, являются природные пожары, последствия которых трудно прогнозируются (Сапожников и др., 2001).

Природные пожары – наиболее опасное экзогенное нарушение природных экосистем России (Блоков, 2010). Климатические изменения последних десятилетий значительно увеличивают угрозу лесных пожаров. Изменчивость погодных условий в настоящее время проявляется в чередовании осадков в виде ливня и длительных теплых и сухих периодов, иногда с аномальной жарой. В частности, например, катастрофические пожары 2010 года привели к уничтожению верхней части почв на огромных пространствах России. Огнем были уничтожены или нарушены в существенной степени почвы основных природных зон Русской равнины и Сибири. Такая специфика создает угрозу возникновения и распространения на большие площади природных, в первую очередь, лесных пожаров высокой интенсивности, так называемых катастрофических пожаров. Такие пожары приводят к глубинной деградации экосистем, наносят значительный вред экономике и инфраструктуре, а также крайне негативно влияют на условия жизни и здоровье населения в регионах распространения пожаров. Кроме этого, лесные пожары – это один из наиболее значимых видов нарушений в глобальном масштабе, влияющий на биоразнообразие, биогеохимические циклы и играющий важную роль в химических процессах в атмосфере и глобальном цикле углерода. Эмиссии углерода от лесных пожаров повышают концентрацию парниковых газов в атмосфере и тем самым могут способствовать глобальным изменениям климата. В свою очередь прогнозируемые глобальные изменения климата могут привести к изменению числа и площади лесных пожаров, степени их воздействия на различные экосистемы.

Нарушение почвенного покрова пожарами известно с древних времен. Огонь уничтожал огромные пространства лесов и степей из-за стихийных природных бедствий и неосторожности человека. Лесные и степные пожары – нормальное явление, повторяющееся с различной периодичностью.

Роли лесных пожаров в естественной динамике лесного покрова посвящено значительное количество публикаций, поскольку они являются самым мощным экологическим фактором среди других причин, определяющих структуру и динамику развития лесов и, соответственно, экологическое состояние территории (Коган, Панина, 2010). Между тем, проблема послепожарного почвообразования лишь периодически привлекает к себе внимание ученых и до настоящего времени изучена недостаточно.

Почвенный покров является частью лесной экосистемы и тем самым также испытывает на себе разностороннее влияние пожаров. Поэтому лесные пожары играют важную роль при изучении различных аспектов деградации почвенного покрова, что

обусловлено их специфическим воздействием на окружающую среду. Пирогенные изменения в почве являются следствием непосредственного воздействия огня, а также косвенных послепожарных изменений в биогеоценозе, причем последние имеют значительно большее распространение. Процессы пирогенеза являются широко распространенным явлением, оказывающим огромное влияние на процессы почвообразования, что заставляет обращать на них особое внимание при исследовании природных экосистем (Dymov, Gabov, 2015).

Много внимания уделяется проблеме постпирогенного изменения почв, их свойств, режимов и функций в бореальном поясе. Разнообразные исследования посвящены вопросам пирогенной трансформации водного режима, растительности и лесных ландшафтов в целом. Однако данные об аналогичных исследованиях по изучению пирогенной трансформации суббореальных ландшафтов в литературе встречаются крайне редко. Основными направлениями в изучении данной темы являются исследования по постпирогенной трансформации растительного покрова.

Поэтому результаты исследований послепожарного функционирования почв в относительно однородных климатических и геолого-геоморфологических условиях в связи с выдающимися масштабами бедствий и крайне сложным процессом реабилитации экосистем представляют большой интерес для объективной экологической оценки современного состояния лесных экосистем. В частности, они важны для понимания принципов восстановительной динамики компонентов лесных экосистем и прогноза их состояния при разном воздействии пирогенного фактора. Таким образом, постпирогенное почвообразование – эффективная модель изучения восстановления почвенно-растительного покрова после катастрофических природных воздействий.

Для изучения особенностей пирогенной трансформации суббореальных ландшафтов проводился 11-летний мониторинг постпирогенного почвообразования после катастрофических лесных пожаров в городской черте г. Тольятти Самарской области. Город Тольятти и вся Самарская область находятся в двух природно-географических зонах — лесостепной и степной. В 2010 году здесь возникла сложная пожарная обстановка из-за аномальной жары и отсутствия осадков. В рамках мониторинговых исследований изучались серогумусовые супесчаные почвы на песчаных и супесчаных отложениях эолового или аллювиального происхождения в островных сосновых борах на трех ключевых участках: там, где был низовой пожар (конец июля 2010 г.), на участке прохождения верхового пожара (конец июля 2010 г.) и на незатронутом пожаром участке (контроль).

В результате исследований было установлено, что пирогенное почвообразование в суббореальном поясе характеризуется проявлением следующих элементарных почвенных процессов (Максимова и др., 2014; Chebykina, Abakumov, 2022; Chebykina et al., 2021): выгорание подстилки, накопление углистых частиц, формирование окатанных и неокатанных агрегатов, уменьшение порового пространства, накопление гумонов и других форм черного углерода. Непосредственное воздействие пожаров на свойства исследованных почв проявляется лишь в поверхностных горизонтах глубиной до 20 см. Однако косвенное действие пирогенного фактора на почвы может проявляться с латентным периодом, постепенно распространяясь на всё более глубокие слои.

Как правило, низовые пожары в целом сильнее, чем верховые, влияют на большинство химических, физических, физико-химических и биологических свойств почв, поскольку вызывают полное выгорание напочвенного покрова и верхних почвенных горизонтов. Тем не менее, реакция на оба вида пожара различных почвенных характеристик может существенно варьировать в зависимости от условий почвенной среды и особенностей термического воздействия.

Со временем (в среднем в течение 5 лет) все эти изменения характеристик почвы постепенно нивелируются, чему способствует постепенное восстановление биоты и её средорегулирующих функций, и почвенное состояние приближается к фоновому.

После низового пожара главным движущим фактором, влияющим на почвенную восстановительную сукцессию, является свежий растительный опад, поступающий на поверхность, при верховом – поверхностная водная эрозия.

Пирогенное воздействие приводит к дестабилизации системы органического вещества почв: происходит дегумификация, интенсивная минерализация органического вещества, перенос компонентов органического вещества в ландшафтах в связи с активизирующейся эрозией, формируются ПАУ различных фракций и происходят интенсивные структурные изменения молекул органического вещества. В результате лесных пожаров происходит формирование в почве трудногидролизуемого компонента black carbon – черного органического углерода – высокоароматических соединений, образующихся в результате окислительных процессов с потерей кислородсодержащих групп, а также к дегидрогенизации молекул – т.е. происходит «кажущаяся» стабилизация органического вещества.

Разностороннее воздействие катастрофических пожаров приводит к высокой неоднородности почвенного покрова и его основных характеристик в пространстве. Спустя несколько лет после сгорания живого напочвенного покрова и лесной подстилки происходит активация эрозионных процессов, под влиянием которых наблюдается обеднение верхних горизонтов почв зольными элементами и гумусовыми веществами и их деградация. Процесс восстановления почв происходит с отставанием – чем глубже, тем позднее почвенные характеристики возвращаются к своему фоновому состоянию.

К сожалению, летом 2021 года произошел крупный лесной пожар на том же месте, что и в 2010 году. За 11 лет удалось восстановить этот участок леса. Лесные пожары, как мощный и активно действующий фактор современного почвообразования, оказывают сложное и многоплановое влияние на разных уровнях: от общебиогеоценотического и ландшафтного воздействия до отдельных компонентов и их составляющих. А часто повторяющиеся лесные пожары могут крайне негативно воздействовать на процесс регенерации почвенного покрова различных биогеоценозов, что требует оценки и тщательных исследований.

Работа выполнена при поддержке НЦМУ «Агротехнологии будущего".

Список литературы

1. Блоков И.П. Ситуация с лесными пожарами в России. – Гринпис России, 2010.
2. Коган Р.М., Панина О.Ю. Исследование влияния лесных пожаров на почвы широколиственных лесов (на примере Еврейской автономной области) // Региональные проблемы. 2010. Т. 13. № 1. С. 67–70.
3. Максимова Е.Ю., Цибарт А.С., Абакумов Е.В. Свойства почв Тольяттинского соснового бора после катастрофических пожаров 2010 г. // Почвоведение. 2014. №9. С. 1131-1144.
4. Сапожников А.П., Карпачевский Л.О., Ильина Л.С. Послепожарное почвообразование в кедрово-широколиственных лесах // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2001. № 1. С. 132–165.
5. Chebykina E., Abakumov E. Changes in key physical soil properties of post-pyrogenic forest ecosystems: a case study of catastrophic fires in Russian sub-boreal forest // Saljnikov E., Mueller L., Lavrishchev A., Eulenstein F. (eds) Advances in Understanding Soil

Degradation. Innovations in Landscape Research. 2022. Pp. 687-700. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85682-3_31
6. Chebykina E., Abakumov E., Shamilishvilly G. Polycyclic aromatic hydrocarbons accumulation and toxic equivalency factors (TEFs) in postpyrogenic soils // The VIII Congress of the Dokuchaev Soil Science Society. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 862 (2021), 012094. doi:10.1088/1755-1315/862/1/012094
7. Dymov A A and Gabov D N 2015 Pyrogenic alterations of podzols at the north-east european part of Russia: morphology, carbon pools, PAH content Geoderma 241–242 230–7 https://10.1007/ 10.1016/j.geoderma.2014.11.021

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ ЛОКАЛЬНО ПЕРЕУВЛАЖНЕННОГО ЛАНДШАФТА

Шевченко А.О., Драгун В.С., Тищенко С.А.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, Россия
alena_sh14@mail.ru, dragun31@mail.ru, tischenko@sfedu.ru

SOIL HUMIDITY SPATIAL VARIABILITY WITHIN A LOCALLY HYDROMORPHIC LANDSCAPE

Shevchenko A.O., Dragun V.S., Tishchenko S.A.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
alena_sh14@mail.ru, dragun31@mail.ru, tischenko@sfedu.ru

Аннотация. В данной работе был изучено влияние подтопления грунтовыми водами на уровень влажности поверхностного горизонта чернозема миграционно-сегрегационного в Зерноградском районе Ростовской области. В результате исследования было установлено, что уровень полевой влажности поверхностного горизонта для почв локально переувлажненного ландшафта достоверно выше, чем для пахотного горизонта. Коэффициент вариации уровня влажности был ниже для участка подтопления и выше для пахотного чернозема. Для участка переувлажнения уровень влажности существенно не отличался, несмотря на неоднородность растительного покрова.

Ключевые слова: Чернозем миграционно-сегрегационный, локальное переувлажнение, полевая влажность.

Abstract. The change of the Haplic Chernozem calcic surface horizon moisture level and its spatial variability under groundwater flooding impact were studied for Zernogradsky district of the Rostov region. The field humidity level of the soils surface horizon in locally hydromorphic landscape was significantly higher than arable horizon in agroecosystem. The humidity level variation coefficient was lower for the flooded area and higher for arable land. The humidity level within waterlogged area did not differ significantly despite the vegetation cover heterogeneity.

Keywords: Haplic Chernozem calcic, locally hydromorphic landscape, field humidity level.

Интенсивное сельскохозяйственное использование степной зоны существенно изменило водный режим почв. Замена естественной растительности на культурные сообщества, состоящих из малого числа видов, использование мелиоративных приемов, а также различных агротехнических и защитных мероприятий в борьбе с недостаточным увлажнением привели к изменению в протекании гидрологических процессов и способствовали максимальному переводу поверхностного стока во внутрипочвенный. На этом фоне усилилось влияние среднемноголетних влажных периодов и такое сочетание

стало причиной возникновения в подходящих для этого геоморфологических условиях локально переувлажнённых почв внутри исходно автоморфных агроландшафтов (Назаренко, 2002)

Фрагментарное переувлажнение участков сельскохозяйственных полей снижает их ценность для сельскохозяйственного производства, усложняя процесс обработки и уменьшая урожайность. Явление периодического или постоянно присутствия на полях локально переувлажненных участков ухудшают также общую экологическую обстановку в черноземной зоне. Появившись однажды, участки локального переувлажнения длительно существуют на сельскохозяйственных полях, от года к году лишь изменяя свою площадь и конфигурацию в зависимости от количества выпавших осадков. Сельскохозяйственные растения на таких участках не только угнетены, но часто полностью гибнут. Очевидно, что переувлажнение приводит к изменению характера растительности (появление гигрофитов), а также становится причиной появлению и развитию у почв неблагоприятных физических и химических свойств (Тищенко, Безуглова, 2012; Тищенко и др., 2013). Увеличение территорий локального избыточного увлажнения поставило задачу всестороннего исследования изменения режимов и свойств черноземов, затронутых этим процессом.

Целью исследования является изучение пространственной вариабельности влажности поверхностного горизонта в пределах локально переувлажненного ландшафта, поскольку влажность является одним из основных факторов динамики растительного покрова в очагах современного гидроморфизма.

Объектами исследования являлись локально переувлажненные ландшафты Зерноградского района Ростовской области. Зональные почвы представлены черноземами миграционно-сегрегационными. Объектом изучения является участок многолетней залежи на сельскохозяйственном поле, располагающегося на небольшом склоне восточной экспозиции. Эта территория имеет дополнительный источник влаги за счет подпитки грунтовыми водами. Фитоценоз участка исследования представлен влаголюбивыми растительными группировками с доминированием тростника обыкновенного *Phragmites australis* и вейника наземного *Calamagrostis epigeios*. Растительные ассоциации распределены на участке неравномерно, в зависимости от степени и характера увлажнения и засоленности почв.

Для изучения пространственной вариабельности влажности поверхностного слоя использовался метод линейных трансект. Всего было заложено три трансекты: две на территории локально переувлажненного ландшафта и одна вне зоны влияния подтопления, на пашне, который использовался в качестве эталона сравнения. Образцы почвы для определения влажности отбирались с шагом 1 м с глубины 0-15 см. Длина каждой трансекты была 10 м. Срок отбора – октябрь 2021 года.

Определение полевой влажности проводилось гравиметрическим методом (Мазиров и др., 2012). Статистический анализ полученных результатов проводился с помощью программного пакета Statistica 13. Нормальность данных и однородность дисперсий оценивали с помощью тестов Шапиро-Уилка и Левена. Распределение было оценено как ненормальное, и однородность дисперсий не одинакова. Использовался непараметрический критерий Вилкоксона для проверки различий между уровнями влажности выборок изучаемых трансект.

Известно, что характерной особенностью почв переувлажненных участков является повышенное содержание влаги в почвенной толще в течение большей части вегетационного периода, причем наибольший запас почвенной влаги наблюдается под тростниковыми сообществами в отличии от сообществ, образованных злаками или

сорнотравьем. Сезонный ход запасов влаги по профилю почв наиболее выражен в слое 0-50 см и сглаживается с глубиной (Волкова, Назаренко, 2010).

Исследования поверхностного горизонта локально переувлажнённого участка выявило статистически достоверное увеличение влажности почвы относительно пашни (рис. 1). Используемый критерий Вилкоксона показал достоверное (при $p<0,05$) увеличение уровня влажности верхнего почвенного слоя на участке переувлажнения относительно пашни. Сравнение же двух трансект внутри участка переувлажнения не выявило значимого отличия в уровне влажности между ними. Различия в уровне увлажненности поверхности залежи и пашни объясняются, во-первых, дополнительным грунтовым питанием почв залежи, а во-вторых – сохранением растительного покрова на участке переувлажнения, когда как сельскохозяйственные культуры были убраны и поверхность пашни оголена.

Изучение пространственного варьирования выявило, что влажность пахотного горизонта в пределах линейных трансект варьирует в достаточно широких пределах от 13 до 19 %, при среднем показателе 17,4 % (рис. 2). Коэффициент вариации составляет 10,7 %. В отличие от поверхностного слоя пашни, значения влажности на участке переувлажнения варьируют гораздо меньше. Причем в ядре переувлажнения, где в этом году сформировался низкорослый травянистый покров, размах варьирования составляет около 8,4 % при уровнях от 19,6% до 25,8% и среднем показателе 21,7% увлажненности. В периферийной части пятна переувлажнения, где наблюдается внутрипочвенное и поверхностное растекания воды, сопровождаемое аккумуляцией солей, сформировалось сообщество, состоящее преимущественно из высоких стеблей тростника и здесь наблюдался самый низкий процент варьирования показателя влажности – 5,9%, при колебаниях от 21,6 до 25,3 % и среднем показателе содержания влаги 23,3 %.

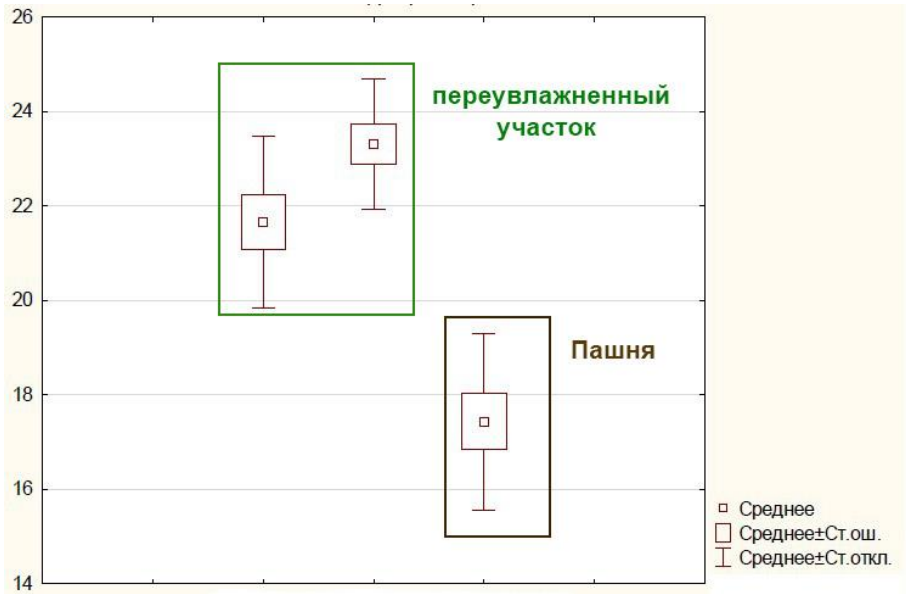


Рисунок 1. Диаграмма размаха показателя полевой влажности поверхностного горизонта изученного ландшафта

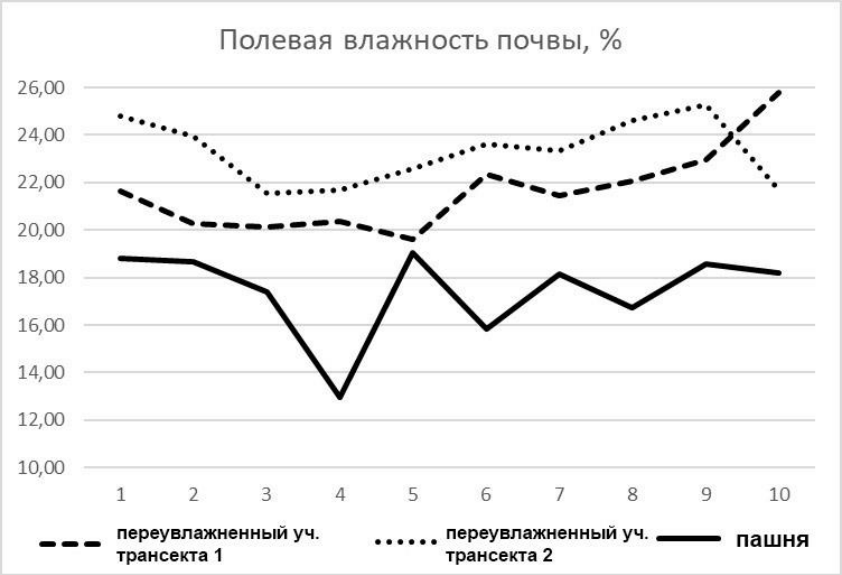


Рисунок 2. Полевая влажность поверхностных горизонтов в пределах локально переувлажненного участка и за его пределами на пашне, в %

Таким образом, проведенным исследованием было установлено, что уровень полевой влажности поверхностного горизонта для почв локально переувлажненного ландшафта достоверно выше, чем для пахотного горизонта, что обусловлено разным режимом увлажнения и характером растительного покрова. Коэффициент вариации уровня влажности был ниже для переувлажненных почв и выше для пахотных, хотя по мере окультуривания почвы почвенные свойства, как правило, нивелируются. Увеличение вариабельности этого показателя для пахотных почв может являться одной из причин пестроты урожая сельскохозяйственных культур и свидетельствовать о деградации почвы.

Список литературы

1. Волкова Н.А., Назаренко О.Г. Изменение влагозапасов почв в очагах современного гидроморфизма и их влияние на растительные сукцессии в агроценозах степной зоны. Аридные экосистемы. 2010. Т. 16, № 1 (41). С. 28-39.
2. Мазиров М.А., Шеин Е.В., Корчагин А.А., Шушкевич Н.И., Дембовецкий А.В. Полевые исследования свойств почв. Владимир: ВлГУ. 2012. 72 с.
3. Назаренко О.Г. Современные процессы развития локальных гидроморфных комплексов в степных агроландшафтах. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Москва. 2002. 46 с.
4. Тищенко С.А., Безуглова О.С. Гумусное состояние почв локально переувлажненных ландшафтов Нижнего Дона. Почвоведение. 2012. № 2. С. 156-165.
5. Тищенко С.А., Безуглова О.С., Морозов И.В. Особенности физических свойств почв локально переувлажненных ландшафтов Нижнего Дона. Почвоведение. 2013. № 3. С. 1-7.

Секция №4.

ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ЦЕЛЯХ МОНИТОРИНГА БИОРАЗНООБРАЗИЯ И БИОРЕСУРСОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛОВ В ЛИСТЬЯХ КЛЕНОВ

Игнатова М. А.[1], Козловский Б. Л.[1], Дмитриев П. А.[1], Вардуни Т. В.[1]
[1] ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия
mariya_ignatova_23@mail.ru

Аннотация. Целью исследования явилось изучение сезонной динамики хлорофиллов у *Acer campestre* L., *Acer negundo* L. и *Acer saccharinum* L. Объектами исследования послужили образцы *A. campestre*, *A. negundo* и *A. saccharinum*. Содержания хлорофиллов *a* и *b* определяли спектрофотометрическим методом (применялся спектрофотометр КФК-3). Отбор проб проводился в течение периода вегетации кленов с интервалом в 7-10 дней. Установлено, что суммарное содержание хлорофиллов в листьях кленов весной растет, летом наступает стационарная фаза, после наступления фенологической осени происходит плавное снижение содержания фотосинтетических пигментов. Линии регрессии содержания суммы хлорофиллов у всех трех видов аналогичны и во многие сроки отбора проб совпадают по трендам. Набольшее содержание хлорофилла *a* и *b* зафиксировано у *A. campestre*, наименьшее содержание суммарных хлорофиллов у *A. saccharinum*. В ходе сезона концентрация хлорофиллов флюктуирует. Наблюдается опосредованная связь между этими флюктуациями и величиной ГТК и количеством осадков.

Ключевые слова: *Acer campestre; Acer negundo; Acer saccharinum*, хлорофилл *a*, хлорофилл *b*.

Abstract. The aim of the study was to study the seasonal dynamics of chlorophylls in *Acer campestre* L., *Acer negundo* L. and *Acer saccharinum* L. The objects of the study were samples of *A. campestre*, *A. negundo* and *A. saccharinum*. The contents of chlorophylls a and b were determined by the spectrophotometric method (a KFK-3 spectrophotometer was used). Sampling was carried out during the growing season of maples with an interval of 7-10 days. It has been established that the total content of chlorophylls in maple leaves grows in spring, a stationary phase occurs in summer, after the onset of phenological autumn, there is a gradual decrease in the content of photosynthetic pigments. The regression lines of the total chlorophyll content in all three species are similar and in many sampling periods coincide in trends. The highest content of chlorophyll a and b was recorded in *A. campestre*, the lowest content of total chlorophylls *in A. saccharinum*. During the season, the concentration of chlorophylls fluctuates. There is an indirect relationship between these fluctuations and the value of the hydrothermal coefficient and the amount of precipitation.

Keywords: *Acer campestre*; *Acer negundo*; *Acer saccharinum*, chlorophyll *a*, chlorophyll *b*

Введение

Качественные и количественные характеристики фитопигментов являются одними из важнейших показателей при оценке функционального состояния растений (Genty B, 1989; Nelson and Yocum, 2006; Blackburn, 2006; Kattenborn et al., 2018; Blackburn G. A. et al., 2007). Фотосинтетические пигменты участвуют в процессах фотосинтеза, защиты растений, обеспечении реакций биогеохимического и энергетического циклов (Xu L., et al.,2003; Sims D.A., et al., 2002; Kiang N.Y., et al., 2007; Shipley B., et al., 2006; Ma S., et al., 2011). По содержанию фитопигментов в листьях растений можно оценить состояние фотосинтетического аппарата, успешность адаптации растений к окружающей среде, в том числе урбанизированной, выявить видовые особенности растений (Cao et al., 2018; Miyoshi et al., 2020; Dmitriev P.A. et al., 2022).

Основными пигментами, участвующими в процессе фотосинтеза высших растений, являются хлорофилл *a* и хлорофилл *b* (Guo Chun-ai et al., 2006; Lin J.et al., 2003).

Содержание хлорофилла *a* и *b* в листьях растений напрямую связано с уровнем фотосинтетической активности и углеводного синтеза, что является основным условием функционирования, продуктивности и урожайности (Smith P. F.et al., 1995; Guo Chun-ai, et al., 2006). Так, например, сезонная динамика содержания хлорофиллов позволяет прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур (Dawson et al., 2003; Gitelson et al., 2006; Zeng, L., et al., 2021; Wang, L., et al., 2014; Yang, Q., et al., 2019; Han, J., et al., 2020; Zhou, X., et al., 2017). Концентрация хлорофиллов также может служить индикатором стрессов или заболеваний растений (Zarco-Tejada, et al., 2004; Penuelas and Filella, 1998; Chaerle and Van Der Straeten, 2000).

Дефицит воды и засуха повреждают фотосинтетический аппарат и фотосинтетические пигменты (хлорофилл *a*, хлорофилл *b* и каротиноиды), что снижает скорость фотосинтеза (Noctor, G., 2002; Guo, Y.Y., 2018, Игнатова М.А. и др., 2022). Фотосинтетические пигменты также связаны со стрессоустойчивостью растений (Baker, N.R., 2004; de Matos Nunes, 2014).

На ранней стадии появления стресса у растений происходит изменения устьичной проводимости и скорости фотосинтеза, что приводит к изменению концентрации пигментов в листьях (Hernández-ClementeR., etal., 2019). Когда растения находятся в состоянии стресса или в периоде старения листьев, происходит снижения концентрации фотосинтетических пигментов. При этом снижение концентрации хлорофилла идет быстрее, чем снижение концентрации каротиноидов (Gitelson, A. A., et al., 1994; MerzlyakM. N., etal., 1999), поэтому такой показатель, как отношение суммы хлорофиллов к содержанию каротиноидов, может служить индикатором стрессового состояния. Концентрация антоцианов при стрессах у растений возрастает (ColeyP. D., etal., 1996).

Целью исследования явилось изучение сезонной динамики хлорофиллов у *Acer campestre* L., *Acer negundo* L. и *Acer saccharinum* L.

Материал и методы

Исследование проводилось в Ботаническом саду Южного федерального университета (ЮФУ) в 2021 г. Объектами послужили образцы клена полевого (*A. campestre*), клена ясенелистного (*A. negundo*) и клена серебристого (*A. saccharinum*). Все опытные растения имели близкий возраст, находились в одной стадии онтогенеза (молодые генеративные особи), произрастают в сходных условиях в парке ботанического сада ЮФУ, расположенном в пойме реки Темерник. Каждый из трех видов был представлен в эксперименте тремя образцами. Содержания хлорофиллов *a* и *b* определяли спектрофотометрическим методом (применялся спектрофотометр КФК-3). Для экстракции пигментов с разных листьев делалось семь высечек с помощью пробочного сверла диаметром 10 мм, которые затем растирались в ступке с добавлением кварцевого песка и $CaCO_3$ с неразбавленным ацетоном. Каждая проба измерялась трижды. Содержание пигментов в листьях рассчитывали по формулам, приведенным в практикуме по физиологии растений (Третьяков, 1982).

Отбор проб проводился в течение периода вегетации кленов от фенологической фазы «полное развертывание листьев» до фенологической фазы «начало осеннего расцвечивания листьев» – с 12 мая по 19 октября с интервалом в 7-10 дней.

Результаты и обсуждение

Сезонная динамика содержания суммы хлорофиллов a и b у *A. campestre, A. negundo* и *A. saccharinum* в 2021 году представлена на рисунке 1. Суммарное содержание хлорофиллов в листьях кленов весной растет вплоть до 14 июня, затем наступает стационарная фаза, которая длится до 23 августа, после чего происходит плавное снижение

содержания фотосинтетических пигментов. Это хорошо согласуется с сезонной динамикой климата и фенологией кленов (Федоринова и др., 2017). Линии регрессии содержания суммы хлорофиллов у всех трех видов аналогичны и во многие сроки отбора проб совпадают по трендам.

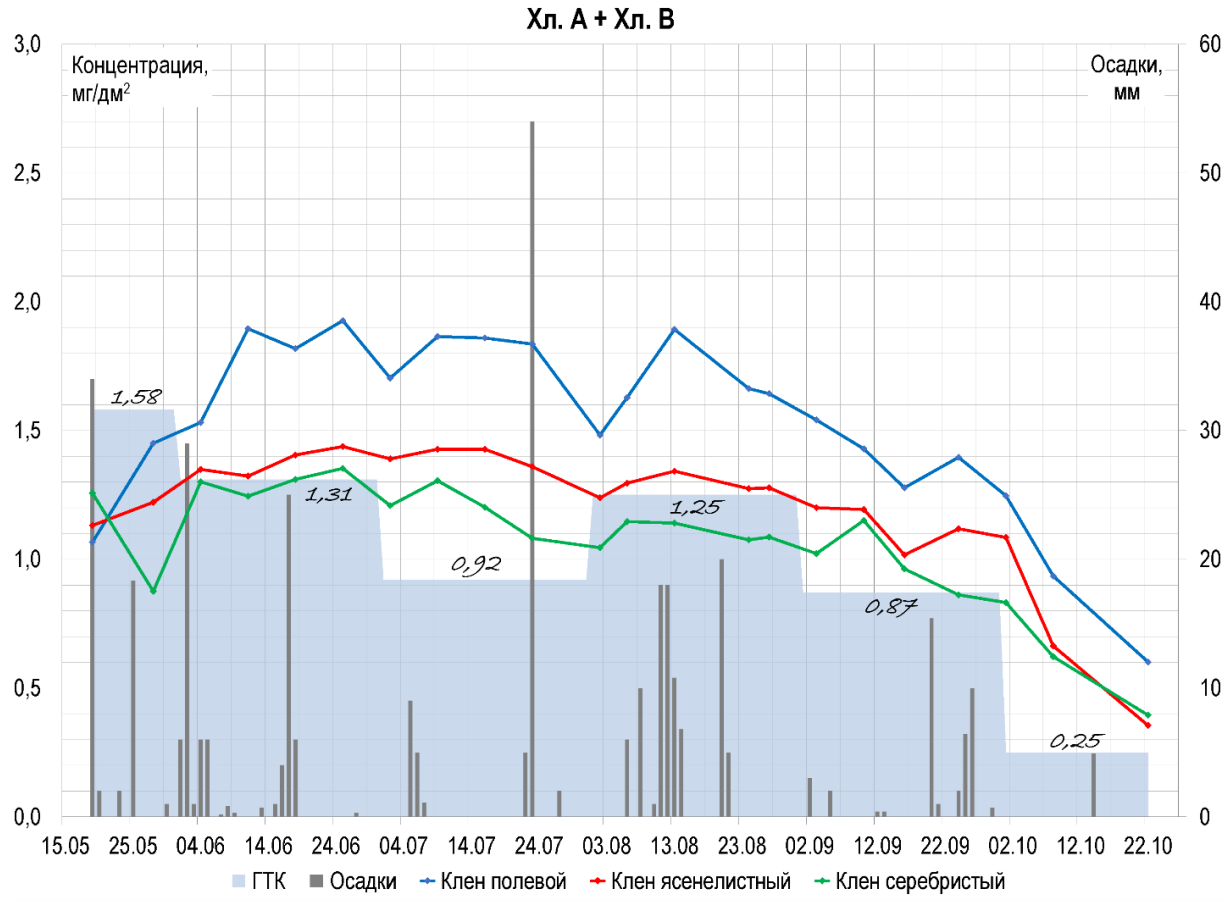


Рисунок 1. Сезонная динамика содержания хлорофиллов в листьях кленов.

Набольшее содержание хлорофилла *a* и *b* зафиксировано у *A. campestre*, наименьшее содержание суммарных хлорофиллов у *A. saccharinum*. В ходе сезона концентрация хлорофиллов флюктуирует. Причиной таких флюктуаций, особенно на отрезке стационарной фазы могут быть внешние, неконтролируемые в эксперименте факторы. В первую очередь к таким можно отнести климатические факторы – высокие положительные температуры и дефицит осадков. Оба климатических фактора объединяет гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова (ГТК), который был рассчитан в эксперименте помесячно.

Охарактеризовать погоду вегетационного периода 2021 года можно по аналогии с классификацией зон увлажнения в соответствии со значением ГТК: влажная – 1,6 - 1,3; слабозасушливая –1,3 - 1,0; засушливая – 1,0 - 0,7; очень засушливая – 0,7 - 0,4; сухая – менее 0,4. Соответственно с этим: май и июнь – влажные месяцы, июль, сентябрь – засушливый, август – слабозасушливый, октябрь – сухой (рис. 1). Сразу после снижения ГТК с задержкой от половины до целого месяца отмечается синхронное снижение содержания суммы хлорофиллов у всех трех видов кленов (14 июля, 3 августа, 12 сентября).

Снижение концентрации хлорофиллов в октябре на фоне засухи связано с фенологическим циклом кленов – завершением процесса вегетации. Следует отметить, что размах флюктуаций у *A. campestre* выше, чем *A. negundo* и *A. saccharinum.* Вместе с тем, выявить и объективно оценить действие погоды на содержание пигментов в течение сезона достаточно сложно. Это связано с тем, что действие климатических факторов накладывается на генетически закрепленный фенологический цикл кленов. Обязательным условием таких экспериментов является короткие интервалы между отбором проб в течение сезона. В проведенном эксперименте такой интервал составлял 7-10 дней, общее число проб за сезон составило 22.

Заключение

Состояние фотосинтетических пигментов является одним из важнейших показателей при оценке функционального состояния растений. Суммарное содержание хлорофиллов в листьях кленов весной растет, летом наступает стационарная фаза, после наступления фенологической осени происходит плавное снижение содержания фотосинтетических пигментов. Линии регрессии содержания суммы хлорофиллов у всех трех видов аналогичны и во многие сроки отбора проб совпадают по трендам. Набольшее содержание хлорофилла a и b зафиксировано у *A. campestre*, наименьшее содержание суммарных хлорофиллов у *A. saccharinum*. В ходе сезона концентрация хлорофиллов флюктуирует. Наблюдается связь между этими флюктуациями и величиной ГТК и количеством осадков.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № 0852-2020-0029.

Список литературы

1. Baker N.R., Rosenqvist E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: An examination of future possibilities // Journal of Experimental Botany. 2004. 55. p.1607–1621
2. Blackburn, G.A. Hyperspectral remote sensing of plant pigments //Journal of Experimental Botany. V. 58, I. 4, p. 855–867
3. Cao J., Leng W., Liu K., Liu L., He Z., Zhu Y. Object-Based mangrove species classification using unmanned aerial vehicle hyperspectral images and digital surface models// Remote Sens. 2018. V. 10. P. 89
4. Chaerle L., Van Der Straeten D. Imaging techniques and early detection of plant stress//Trends Plant Sci. 2000. V. 5 (11), p. 495–501
5. Coley P. D., & Kusar T. A. Anti-herbivore defenses of young tropical leaves: physiological constraints and ecological tradeoffs // Tropical forest plant ecophysiology. 1996. p. 305–335.
6. Dawson T.P., North P.R.J., Plummer S. B., Curran P.J., 2003. Forest ecosystem chlorophyll content: implications for remotely sensed estimates of net primary productivity// Remote Sens. 2004. 24 (3), p. 611–617.
7. de Matos Nunes, J., Bertodo L.O.O., Da Rosa L.M.G., Von Poser G.L., Rech, S.B. Stress induction of valuable secondary metabolites in Hypericum polyanthemum acclimatized plants // 2014. 94, p. 182–189.
8. Dmitriev P.A., Kozlovsky B.L., Kupriushkin D.P., Lysenko V.S., Rajput V.D., Ignatova M.A., Tarik E.P., Kapralova O.A., Tokhtar V.K., Singh A.K., Minkina T.M., Varduni T.V., Sharma M., Taloor A.K., Thapliyal A., Identification of species of the genus Acer L. using

vegetation indices calculated from the hyperspectral images of leaves // Remote Sensing Applications: Society and Environment, 2022, 100679, ISSN 2352-9385
9. Genty B., Briantais J.M., Baker N.R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron-transport and quenching of chlorophyll fluorescence // Biochim. Biophys. Acta. 1989. 990, p. 87–92
10. Gitelson A. A., & Merzlyak M. N. Quantitative estimation of chlorophyll-a using reflectance spectra: experiments with autumn chestnut and maple leaves // J.of Photochemistry and PhotobioliologyBiology. 1994. 22, p. 247–252
11. Guo Y.Y., Yu H.Y., Yang M.M., Kong D.S., Zhang Y.J. Effect of drought stress on lipid peroxidation, osmotic adjustment and antioxidant enzyme activity of leaves and roots of Lycium ruthenicum Murr. Seedling // J. Plant Physiol. 2018. 65, p. 244–250
12. Han J., Zhang Z., Cao J., Luo Y., Zhang L., Li Z., Zhang J. Prediction of winter wheat yield based on multi-source data and machine learning in China // Remote Sens. 2020, 12, p. 236
13. Hernández-Clemente R., Hornero A., Mottus M., Penuelas J., González-Dugo V., Jiménez J.C., Suárez L., Alonso L., Zarco-Tejada P.J. Early diagnosis of vegetation health from high-resolution hyperspectral andthermal imagery: Lessons learned from empirical relationships and radiative transfer modelling // Curr Forestry Rep. 2019. 5, p. 169–183
14. Kattenborn T., Hernández J., Lopatin J., Kattenborn G., Fassnacht F. E. Pilot study on the retrieval of dbh and diameter distribution of deciduous forest stands using cast shadows in uav-based orthomosaics // Remote Sens. Spatial Inf. Sci. 2018. IV-1, p. 93–99
15. Kiang N.Y., Siefert J., Govindjee R.E. Meadows V.S. Spectral signatures of photosynthesis I: Review of Earth organisms // Astrobiology. 2007. 7, p. 222–251
16. Lin J, Yan F, Tang L, Chen F. Antitumor effects of curcin from seeds of Jatropha curcas // Acta Pharmacol Sin. 2003 V.24(3), p. 241–246
17. Ma S., Baldocchi D.D., Mambelli S., Dawson T.E. Are temporal variations of leaf traits responsible for seasonal and inter-annual variability in ecosystem CO2 exchange // Funct. Ecol. 2011. 25, p. 258–270
18. Merzlyak M. N., Gitelson A. A., Chivkunova O. B., & Rakitin V. Y. Non-destructive optical detection of pigment changes during leaf senescence and fruit ripening // Physiologia Plantarum. 1999. 106, p. 135–141
19. Miyoshi G.T., Arruda M.d.S., Osco L.P., Junior J.M., Gonçalves D.N., Imai N.N., Tommaselli A.M.G., Honkavaara E., Gonçalves W.N. A novel deep learning method to identify single tree species in UAV-based hyperspectral images// Remote Sens. 2020. Vol. 12. P. 1294
20. Nelson N., Yocum C. Structure and function of photosystems I and II Annu //Plant Biol. 2006. 57, p. 521–565
21. Noctor G., Veljovic-Jovanovic S., Driscoll S., Novitskaya L., Foyer C.H. Drought and oxidative load in the leaves of C3 plants: A predominant role for photorespiration // Bot. 2002. 89, p. 841–850
22. Penuelas J., Filella I. Visible and near-infrared reflectance techniques for diagnosing plant physiological status // Trends Plant Sci. 1998. 4, p. 151–156
23. Shipley, B., Lechowicz, M.J., Wright, I., Reich, P.B. Fundamental trade-offs generating the worldwide leaf economics spectrum // Ecology 2006, 87, p. 535–541.
24. Sims D.A., Gamon J.A. 2002. Relationships Between Leaf Pigment Content and Spectral Reflectance Across a Wide Range of Species, Leaf Structures and Developmental Stages // Remote Sensing of Environment 81(2-3): p. 337-354
25. Smith P. F., Reuther W. Citrus nutrition in Temperate to Tropical Fruit Nutrition // Horticultural Publications. Rutgers-The State University, NewJersey, 1966, p.174–207

26. Wang, L., Tian Y., Yao X., Zhu Y., Cao W. Predicting grain yield and protein content in wheat by fusing multi-sensor and multi-temporal remote-sensing images // Field Crop. Res. 2014. 164, p. 178–188
27. Xu L., Baldocchi D.D. Seasonal trends in photosynthetic parameters and stomatal conductance of blue oak (Quercus douglasii) under prolonged summer drought and high temperature // Tree Physiol. 2003. 23, p. 865–877.
28. Yang Q., Shi L., Han J., Zha Y., Zhu P. Deep convolutional neural networks for rice grain yield estimation at the ripening stage using UAV-based remotely sensed images // Field Crop. Res. 2019. 235, p. 142–153
29. Zarco-Tejada P.J., Miller J.R., Harron J., Hu B., Noland T.L., Goel N., et al. Needle chlorophyll content estimation through model inversion using hyperspectral data from boreal conifer forest canopies // RemoteSensEnviron. 2004. 89: p. 189–199
30. Zeng L., Peng G., Meng R., Man J., Li W., Xu B., Lv Z., Sun R. Wheat Yield Prediction Based on Unmanned Aerial Vehicles-Collected Red–Green–Blue Imagery // Remote Sens. 2021. 13, 2937
31. Zhou X., Zheng H.B., Xu X.Q., He J.Y., Ge X.K., Yao X., Cheng T., Zhu Y., Cao W.X., Tian Y.C. Predicting grain yield in rice using multi-temporal vegetation indices from UAV-based multispectral and digital imagery // J. Photogramm. Remote Sens. 2017. 130, p. 246–255
32. Игнатова М. А., Козловский Б. Л., Дмитриев П. А., Вардуни Т. В. Динамика содержания пигментов в листьях Acer L. В условиях ботанического сада ЮФУ // Природноресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России: Сборник статей XX Международной научно-практической конференции, Пенза, 20–21 января 2022 года /Под редакцией В.А. Селезнева, И.А. Лушкина. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 68-71
33. Третьяков Н. Н. Практикум по физиологии растений : учеб.пособие для студентов с.-х. высш. учеб. заведений / под ред. Н. Н. Третьякова. – Москва: Колос, 1982. – 272 с
34. Федоринова О.И., Козловский Б.Л., Куропятников М.В. Итоги интродукционного испытания видов рода клен (Acer L.) в Ботаническом саду Южного федерального университета. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ. 2017. – 172 с

СЕЗОННЫЕ И СУТОЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ТРАНСПИРАЦИИ ЖИДКОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ *PINUS SYLVESTRIS*

Р.Н. Оспищев[1], С.Н. Горбов[1], В.И. Васенев[2]
[1]Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
[2]Российский университет дружбы народов, г. Москва, Россия
rostislav.ospishev.96@mail.ru

SEASONAL AND DAILY CHANGES IN THE LIQUID TRANSPIRATION RATE OF WOODY PLANTS ON THE EXAMPLE OF SCOTT PINE *PINUS SYLVESTRIS*

R.N. Ospischev[1], S.N. Gorbov[1], V.I. Vasenev[2]
[1]Southern federal university, Rostov-on-Don, Russia
[2]Peoples Friendship University of Russia, Moscow, Russia
rostislav.ospishev.96@mail.ru

Аннотация. В связи с нарастающими темпами урбанизации остро встает вопрос создания устойчивой зелёной инфраструктуры, что особенного характерно для городов степной зоны. Чтобы качество произрастающих древесных насаждений соответствовало

запросам городского населения необходимо использовать методы их современного непрерывного мониторинга. Данные методы позволяют оптимизировать озеленение города и повысить его эффективность. В настоящей работе мониторинг осуществлялся с помощью устройств TreeTalker+. , где особое внимание уделялось такому параметру, как скорость транспирации жидкости древесных растений. В качестве объекта исследования использовались представители сосны обыкновенной *Pinus sylvestris*. При анализе данных, полученных в ходе мониторинга, удалось установить ранговую корреляцию между скоростью сокотечения и температурой.

Ключевые слова: Городское озеленение; экспресс мониторинг; TreeTalker+; *Pinus sylvestris.*

Abstract. Due to the active process of urbanization, the demand for urban green construction is increasing. In order for the quality of green infrastructure to meet the needs of the urban population, it is necessary to use modern continuous monitoring methods. Thanks to this method, it will be possible to optimize the landscaping of the city and increase its efficiency. In this work, monitoring was carried out using the TreeTalker + device. The main parameter for the study was the rate of transpiration of the liquid of woody plants. Representatives of *Pinus sylvestris* were used as the subject of the study. When analyzing the data obtained during monitoring, it was possible to establish a rank correlation between the rate of sap flow and temperature.

Keywords: Urban landscaping; express monitoring; TreeTalker+; *Pinus sylvestris.*

С начала XIX века в России активно начался процесс урбанизации. И если за первые 50 лет число городских жителей с 5% увеличилось до 9%, то к концу XIX века этот процент достиг отметки 15%.[2] В настоящее время более половины жителей нашей планеты живут в городах и, по прогнозам, количество горожан со временем будет только увеличиваться. [5] Такая концентрация людей на ограниченной территории может привести к проблемам экологического и социального хараркетера. Более того повышается антропогенная нагрузка на городские экосистемы, которые в свою очередь является буфером между негативными факторами городской среды и здоровьем человека. [6]

Городская зелёная инфраструктура является неотъемлемым звеном в функционировании городских экосистем, начиная с формирования комфортного для проживания микроклимата и заканчивая снижением концентрации загазованности атмосферного воздуха. Для безопасной жизнедеятельности горожан необходимо, чтобы городское зелёное строительство соответствовало темпам роста урбанизации. Однако при проектировании зелёных насаждений появляется ряд проблем в виде специфики природно-климатических условий, техногенной и антропогенной нагрузки, а также ограниченности пространства. [3]

Для того, чтобы решить эти проблемы максимально эффективно необходимо использовать современные методы мониторинга. Такие методы позволяют оперативно давать количественную оценку состояния растений, а именно деревьев, произрастающих в определённых условиях. А сам подход позволит уйти от экстенсивного развития городского озеленения к интенсивному, повышая его качество и эффективность.

Дистанционный мониторинг осуществлялся с помощью устройства TreeTalker+, позволяющего непрерывно регистрировать скорость сокотечения отдельных представителей сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* с середины марта до середины сентября 2021 года. Выбор растения обусловлен обширным ареалом распространения и эвритопностью к эдафическим факторам, что в свою очередь приводит к повсеместному использованию сосны обыкновенной в городском озеленении. Регистрация сокотечения

позволяет выявить на временном промежутке пики потребление воды деревом, а в следствие оптимизировать уход за городскими зелёными насаждениями.

В качестве объекта исследования были использованы *Pinus s.* в количестве 4 штук произрастающие на территории питомника ботанического сада ЮФУ. Регистрация сокотечения была произведена с помощью модифицированного метода Гранье. Устройство TreeTalker+ имеет 2 датчика которые внедряются в ксилему ствола. Один датчик регистрирует температуру ствола и его влажность, а второй с помощью нагревательного элемента повышает температуру вокруг себя, что позволяет отслеживать изменения температуры с течением небольшого количества времени. С помощью этой разницы температур, ряда других показаний и коэффициентов становится возможным вычисление скорости транспирации жидкости дерева. Данные по сокотечению снимали каждый час в течение всего дня. Для более удобного анализа изменения суточной транспирации жидкости сутки были сгруппированы в декады и из этих декад были отобраны 3 дня в начале, середине и конце декады. При анализе сезонной динамики все измерения были разделены по месяцам.

В процессе анализа основными задачами было установить ранговую корреляцию между скоростью сокотечения и температурой воздуха, а также с помощью диаграмм размаха установить зависимость сокотечения от времени суток. Каждый экземпляр *Pinus s.* рассматривался обособлено так как объекты в значительной степени отличались друг от друга несмотря на то, что произрастают в одинаковых эдафических и климатических условиях.

При анализе, данные, полученные с 1 экземпляра (TT 218A0120), не показали ранговой корреляции между скоростью сокотечения и температурой. Анализ по U критерию Манна-Уитни так же не показал достоверность различий скорости сокотечения в зависимости от времени суток.

Анализ данных 2 экземпляра (TT 218A0289) показал противоречивые результаты. Ранговая корреляция между скоростью сокотечения и температурой хорошо прослеживается в июне. Был использовании метод Спирмена, который показывал значения от 0.37 до 0.89, что говорит о сильной и умеренной связи (рис 1). Анализ по U критерию Манна-Уитни не показал достоверность различий скорости сокотечения от времени суток, кроме 10 июня. Только в этот день удалось установить различия (рис 2).

Однозначными данные получены при мониторинге 3 экземпляра (TT 218A0194). Ранговая корреляция между скоростью сокотечения и температуры прослеживается на протяжении всего сезона. По Спирмену значения варьировались от 0.4 до 0.6, что указывает о умеренной связи. Анализ по U критерию Манна-Уитни не показал достоверность различий скорости сокотечения от времени суток.

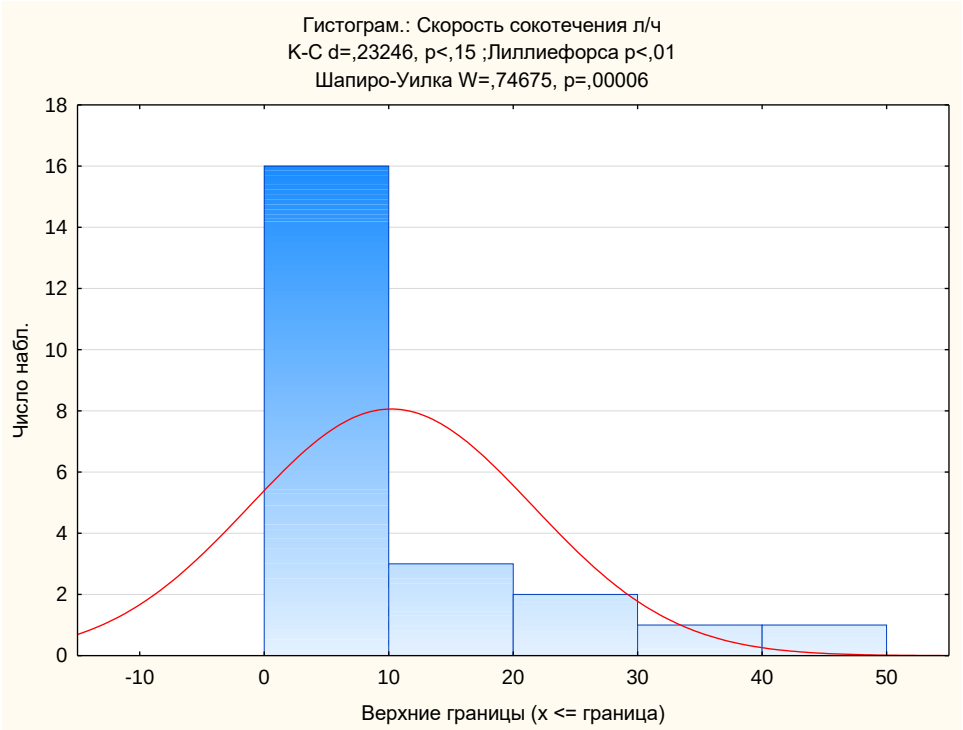


Рисунок 1. Гистограмма критерий нормальности скорости сокотечения л/ч 2 экземпляра за март 2021 года

Рисунок 2. Характеристика медианы для скорости сокотечения в разное время суток 2 экземпляра за 10 июня 2021 года

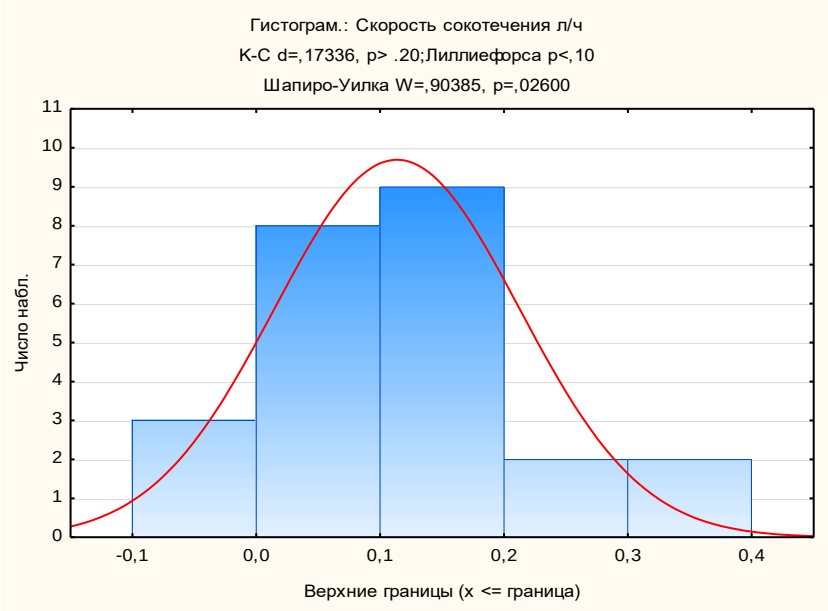


Рисунок 3. Гистограмма критерий нормальности скорости сокотечения л/ч 3 экземпляра за июнь 2021 года

Анализ данных 4 экземпляра (ТТ 218А0186) практически, не показал ранговую корреляцию между скоростью сокотечения и температурой. При этом анализ проводился как по Спирмену, так и по Пирсону (рис 4). Анализ по U критерию Манна-Уитни показывал достоверность различий скорости сокотечения от времени суток. Однако если сравнить показатели, снятые с прибора 218А0289, то четко прослеживается их различие, если в первом случае, наибольшая скорость сокотечения прослеживалась днём, то данные, снятые с прибора 218А0186 указывают на обратное (рис 5).

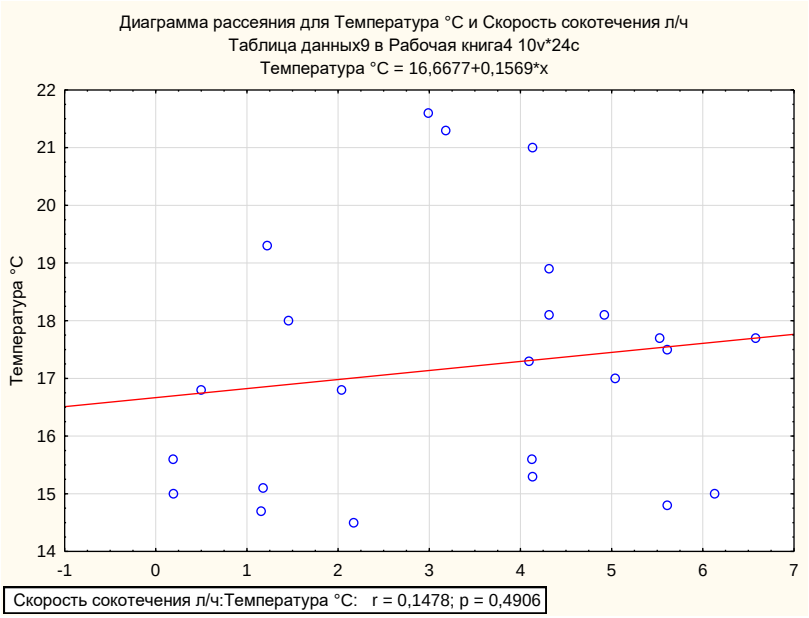


Рисунок 4. Диаграмма ранговой корреляции между скоростью сокотечения и температурой по Пирсону 4 экземпляра за май 2021 года

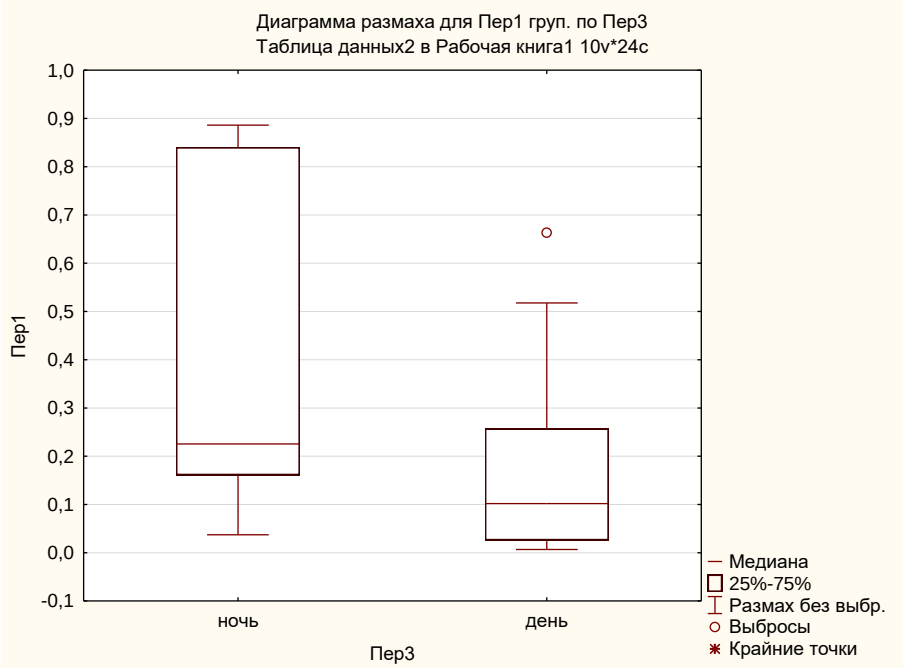


Рисунок 5. Характеристика медианы для скорости сокотечения в разное время суток 4 экземпляра за март 2021 года

Обработка средних значений скорости сокотечения по месяцам в большинстве случаев указывает на тенденции к замедлению транспирации жидкости. Однако на графике легко можно заметить увеличение скорости сокотечения в июле, что невозможно объяснить опираясь исключительно на погодные факторы, сопряженные с количеством выпавших осадков [4] Возникающий сезонный пик сокотечения в июле, требует дополнительного изучения, основанного на более длительном мониторинге (рис 6).

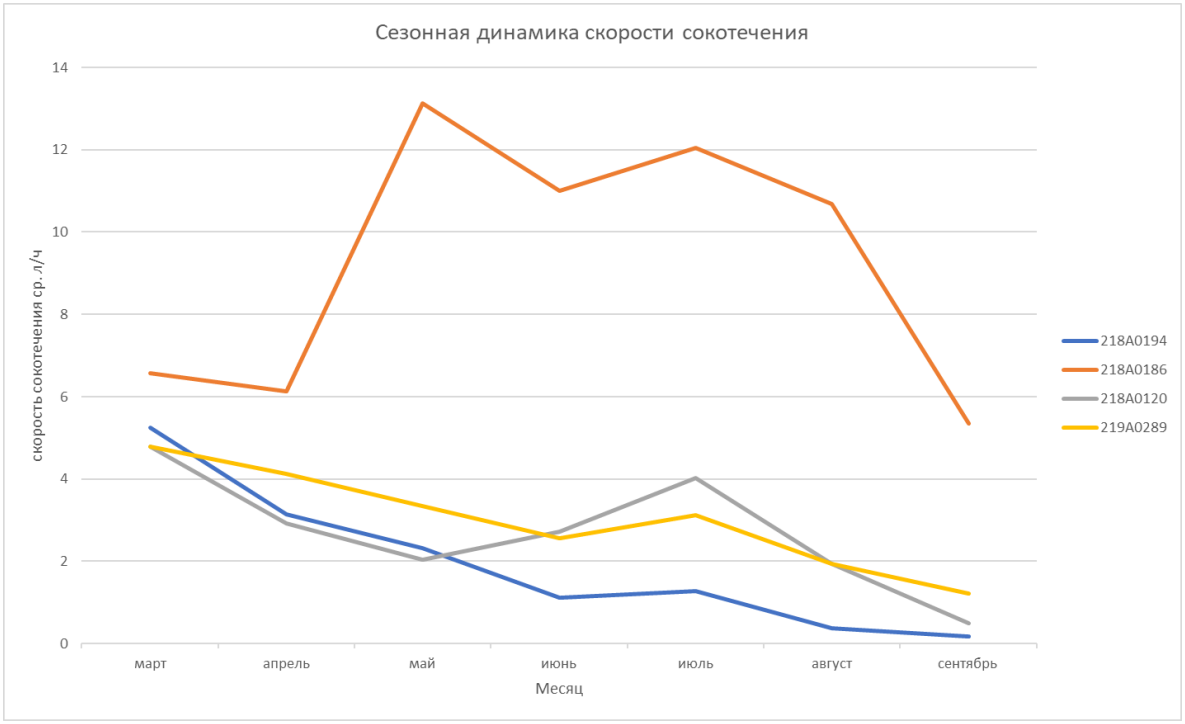


Рисунок 6. Сезонная динамика скорости сокотечения

Таким образом была выявлена прямая зависимость в отношении транспирации жидкости к температуре воздуха в течение суток. При этом возникающая корреляция не соблюдается при сезонном рассмотрении скорости сокотечения в целом. Выявить достоверность различий транспирации жидкости от времени суток с помощью диаграмм размаха не представляется возможным, так как требуется более длительный мониторинг.

Исследования выполнены при поддержке РНФ 19-77-300-12

Список литературы

1. Время восхода и захода солнца в Ростове-на-Дону. URL: https://voshod-solnca.ru/sun/ростов-на-дону (дата обращения: 16.05.2022)
2. Георгий Лапло. Итоги и перспективы российской урбанизации // Электронная версия бюллетеня «Население и общество». – 2005. URL: https://polit.ru/article/2005/10/19/demoscope217/ (дата обращения 25.04.2022)
3. Лысиков А.Б. 2015 Актуальные вопросы городского озеленения // Актуальные проблемы лесного комплекса. №43. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnye-voprosy-gorodskogo-ozeleneniya (дата обращения: 25.04.2022).
4. Ну и погода в Ростове-на-дону. URL: https://rostov-na-donu.nuipogoda.ru/21-июля#2021 (дата обращения 16.05.2022)
5. Dye, C. Health and Urban Living. Science 2008, 319, 766.
6. Victor Matasov 1, Luca Belelli Marchesini, IoT Monitoring of Urban Tree Ecosystem Services: Possibilities and Challenges // forests 2020, 11, 755

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Рагимова К.О.
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, Россия
Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletovs, Vladimir, Russia
e-mail: pifo@mail.ru

Аннотация. В статье представлен обзор достаточно важнейшей проблемы, стоящей перед современным сельским хозяйством. Внедрение различных программных комплексов в агропромышленный комплекс, направленных на работу определенного ряда задач, сбора, хранения и обработки поступающей информации является приоритетным этапом развития.

Abstract. The article presents an overview of a rather important problem facing modern agriculture. The introduction of various software systems in the agro-industrial complex aimed at the work of a certain number of tasks, the collection, storage and processing of incoming information is a priority stage of development.

Программно-аналитический комплекс (ПАК) — это набор технических и программных средств, предназначенных для выполнения определенного ряда задач, а именно сбора, хранения и обработки поступающей информации. Как правило, подобные комплексы имеют две составляющие: аппаратную и программную часть (Ведомственный…, 2019).

Аппаратная часть (англ. hardware) — это устройства, предназначенные для обработки и сбора информации, например, компьютер, какие-либо датчики, устройства сканирования, фото- и видео захвата).

Программная часть (англ. sowtware) - программное обеспечение, обрабатывающее данные, которые были собраны аппаратной частью, например, операционная система или иное ПО.

Программное обеспечение условно подразделяют на три группы:

1) Системное (операционные системы, сервисные системы и т.д.);

2) Прикладное (прикладные программы пользователя, пакеты прикладных программ и т.д.);

3) Инструментальное (системы программирования, инструментальные среды, системы моделирования).

Прикладное программное обеспечение (ППО) - предназначено для решения ряда универсальных задач.

В свою очередь ППО можно разделить на два типа:

1) Прикладная программа пользователя;

2) Пакеты прикладных программ (ППП).

Прикладная программа пользователя — это любая программа, способствующая решению какой-либо задачи в пределах данной проблемной области. Прикладные программы могут использоваться либо автономно, либо в составе программных комплексов или пакетов.

Пакеты прикладных программ (ППП) — это специальным образом организованные программные комплексы, рассчитанные на общее применение в определенной проблемной области и дополненные соответствующей технической документацией.

Различают следующие типы ППП:

1) Общего назначения - универсальные программные продукты для автоматизации задач пользователя (MS Word MS Excel и т.д.);

2) Методо-ориентированные - для реализации математических методов решения задач и обработки статистических данных (MathLab, Maple);

3) Проблемно-ориентированные - необходимы для решения определенных задач в конкретной предметной области (1С: Бухгалтерия, ЮрЭксперт, Касатка и т.д.).

Немногие фермеры и сельскохозяйственные предприятия, имели доступ к передовым цифровым инструментам, которые помогли бы превратить данные в ценные и действенные идеи (Комарова, 2012).

В менее развитых регионах почти все сельскохозяйственные работы выполняются вручную, с минимальными возможностями подключения или отсутствием современных средств связи или оборудования (Мелентьева, 2018).

Даже в Соединенных Штатах, стране-пионере в области подключения, только около четверти ферм в настоящее время используют любое подключенное оборудование или устройства для доступа к данным, и эта технология не совсем современная, работающая на 2G или 3G. сети, которые телекоммуникационные компании планируют демонтировать, или сети IoT с очень низким диапазоном частот, которые сложны и дороги в установке.

В любом случае эти сети могут поддерживать только ограниченное количество устройств и не обладают достаточной производительностью для передачи данных в реальном времени, что важно для раскрытия ценности более продвинутых и сложных вариантов использования. Тем не менее, технологии, основанные на системе передачи данных через интернет, работающих в сотовых сетях 3G и 4G, во многих случаях достаточны для обеспечения более простых вариантов использования, таких как расширенный мониторинг сельскохозяйственных культур и домашнего скота (Косин, 2002). Однако в прошлом стоимость оборудования была достаточно, поэтому экономическое обоснование внедрения IoT в сельском хозяйстве не оправдалось.

Сегодня затраты на устройства и оборудование быстро снижаются, и многие поставщики программного обеспечения предлагают решения по цене, котораая принесет окупаемость в первый год инвестиций. Однако этих более простых инструментов недостаточно, чтобы раскрыть всю потенциальную ценность подключения к сельскому хозяйству. Чтобы достичь этого, отрасль должна в полной мере использовать цифровые приложения и аналитику, для чего потребуются низкая задержка, высокая пропускная способность, высокая отказоустойчивость и поддержка большого количества устройств, предлагаемых передовыми и передовыми технологиями подключения, такими как спутники LPWAN, 5G и LEO.

В современном сельском хозяйстве инновации важнее, чем когда-либо прежде. Отрасль в целом сталкивается с огромными проблемами, связанными с ростом стоимости поставок, нехваткой рабочей силы и изменением потребительских предпочтений в отношении прозрачности и устойчивости.

Сельскохозяйственные корпорации все больше признают, что для этих проблем необходимы решения Основные технологические инновации в космосе были сосредоточены в таких областях, как внутреннее вертикальное земледелие, автоматизация и робототехника, технологии животноводства, современные тепличные методы, точное земледелие и искусственный интеллект, а также блокчейн].

Сельскохозяйственные базы данных: «Сельское хозяйство четвертого поколения (4.0)». Эта новая философия, основанная на сельскохозяйственных данных, получила несколько названий: Сельское хозяйство 4.0, цифровое земледелие или умное сельское хозяйство, возникшее в результате телематики и управления данными, были объединены с уже известной концепцией точного земледелия, улучшив точность операции. В результате Сельское хозяйство 4.0 основано на принципах точного земледелия с производителями, используя системы, которые генерируют данные на своих агропроизводственных

участках, которые будут обрабатываться таким образом, чтобы было возможным применение Стратегических и оперативных решениях. Традиционно фермеры уходили на поля, чтобы проверить статус своих культур и принимают решения на основе накопленного опыта. Такой подход больше не является устойчивым, поскольку, среди прочего, некоторые месторождения слишком велики для эффективного управления в соответствии с несколькими критериями, которыми будут руководствоваться в ближайшие годы: эффективность, устойчивость и доступность (для людей).

Современные системы управления в контексте умного земледелия обеспечивают практическую часть решения возникающих проблем. Кроме того, несмотря на то что некоторые фермеры имеют многолетний опыт, накопленный после многих лет работы в полевых условиях, технология может предоставить систематический инструмент для обнаружения непредвиденных проблем, которые трудно заметить путем визуального осмотра при периодических проверках.

Вещевой интернет: сбор информации. Вещевой интернет (IoT) в контексте сельского хозяйства означает использование датчиков и других устройств, для преобразования в данные каждого элемента и действия, связанное с сельским хозяйством.

Интернет-системы способствуют развитию сельского хозяйства четвертого поколения; фактически, технологии Вещевого интернета - одна из причин, почему сельское хозяйство может генерировать такой большой объем ценной информации. Вещевой интернет может оказать большое влияние на повышение продуктивности сельского хозяйства на 70% к 2050 году, что является достаточно положительной динамикой, так как мировому сообществу необходимо увеличивать глобальное производство продуктов питания. Ожидается прирост производств на 60% к 2050 году за счет прироста населения более девяти миллиардов человек.

Главным преимуществом использования IoT заключаются в получении более высоких урожаев и меньших затрат. Например, исследования из OnFarm обнаружил, что для среднего агропромышленного комплекса, использующей IoT, урожайность повышается на 1,75%, а затраты на электроэнергию снижаются, при этом водопотребление на орошение снижается на 8%. «Сельское хозяйство пятого поколения».

Роботизированные технологии с использованием искусственного интеллекта для обеспечения продовольственной базы. Сельское хозяйство 5.0: робототехника и искусственный интеллект (ИИ) для обеспечения питания людей Большие инженерные задачи обычно побуждают к принятию больших решений с помощью революционных технологий и «Сельское хозяйство 5.0», вероятно, относится к первой половине 21 века.

Концепция сельского хозяйства 5.0 подразумевает, что фермы следуют принципам точного земледелия и используют оборудование, которое включает беспилотные операции и автономные системы поддержки принятия решений. Таким образом, «Сельское хозяйство 5.0» предполагает использование роботов и некоторые формы ИИ.

В сельском хозяйстве в настоящее время разрабатываются роботизированные системы для работы в полевых условиях и помощи производителям в выполнении трудоёмких задач, продвижение сельскохозяйственных систем к новой концепции сельского хозяйства 5.0. Согласно Reddy et al., появление роботов в сельском хозяйстве резко увеличило производительность в нескольких странах и снизили эксплуатационные расходы Агрохозяйственных комплексов. Как было сказано ранее, растет число роботизированных средств в сельском хозяйстве экспоненциально, которые обеспечивают многообещающие решения для умного сельского хозяйства в борьбе с нехваткой рабочей силы и длительное снижение рентабельности; однако, как и у большинства нововведений, существуют важные ограничения. Эти технологии по- прежнему слишком дороги для большинства хозяйств, особенно с небольшими территориями. Тем не менее, стоимость технологий со временем снижается, и сельскохозяйственные роботы будут безусловно реализовываться в будущем в качестве альтернативы увеличению производства.

Качество сельскохозяйственного производства и урожайность снизились в 2015 году. Концепция сельскохозяйственной робототехники была выведена для решения этих проблем и удовлетворения растущего спроса на высокие урожаи. Роботизированный инновации обеспечивают продвижение мировому рынку сельского хозяйства и растениеводства.

Опыт фермеров является неисчерпаемым источником информации для эффективного управления садами и получения от них хорошей урожайности. Тем не менее, нарастающие проблемы, такие как более нестабильные климатические условия и более строгие требования рынка, повышают потребность в более высокой точности анализа фруктовых садов и более эффективных процессах принятия решений.

Индустрия высоких технологий быстро реагирует на эту потребность, и существует множество новейших технологий, специализирующихся на решениях для повышения качества и скорости принимаемых решений. Обычно это программные продукты, которые используют возможности искусственного интеллекта, распознавания изображений или анализа данных, чтобы облегчить жизнь фермерам.

В контексте оцифровки наблюдаются три основных тенденции, которые должны привлечь внимание: решения «программное обеспечение как услуга» для управления садами, мониторинг и оценка урожайности и рост интегрированных платформ для управления фермой.

С помощью решений «программное обеспечение как услуга» для управления садом определяется набор цифровых инструментов, которые направлены на сбор, обработку и предоставление расширенной информации о поле или саде и связанных с ними продуктах.

Благодаря размещаемым в поле датчикам, метеостанциям, изображениям и алгоритмам производители могут принимать более обоснованные решения в течение всего сезона.

Мультиспектральное воображаемое изображение имеет большой потенциал, поскольку оно может предоставить конкретную полевую информацию, просто взглянув на нее. Например, технология «Ceres Imaging» нацелена на это, интегрируя изображения с аналитикой и предоставляя информацию об управлении орошением, управлении питательными веществами, борьбе с вредителями и болезнями и даже управлении трудовыми ресурсами.

Для мониторинга почвы «Sensoterra» разработала систему беспроводной оптимизации почвы и воды. Благодаря датчику, помещаемому в почву, пользователь получает данные об активной корневой зоне и может лучше управлять поливом и почвенными продуктами. Погодные условия не поддаются контролю человека, но это не является преградой на пути использования систем, которые помогают нам лучше прогнозировать их. Например, «Weenat» предоставляет датчик, который анализирует конкретные местные погодные условия, чтобы дать индивидуальные данные и рекомендации.

Мобильные системы управления фермами и агропромышленными комплексами. Очевидно, что внедрение технологии обработки данных в сельское хозяйство имеет и некоторые недостатки. Двумя из них являются задействованные многочисленные источники данных и потеря системы отслеживания. Чтобы решить эту проблему, многие компании предлагают интегрированные платформы, чтобы предоставить лицам, принимающим решения, уникальный доступ к информации и инструмент для отслеживания повседневной деятельности. В этом смысле такие компании, как «Agricolus» или «Spacenus», предоставляют разные версии интегрированных платформ. Отображая различные типы данных, фермеры могут лучше контролировать свои поля и сады и иметь в одном месте всю информацию из своих инструментов мониторинга. «Deaverde» с помощью журнала активности помогает отслеживать применяемые методы лечения, а используемые продукты являются удобной функцией платформ управления.

Список литературы

1. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. / А. В. Гордеев, Д. Н. Патрушев, И. В. Лебедев - М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. - 48 с.
2. ГОСТ 28397-89. Языки программирования. Термины и определения. - Введ. 1991-01-01. М. Изд-во стандартов, 1991. - 8 с.
3. ГОСТ 7.70-96. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Описание баз данных и машиночитаемых информационных массивов. Состав и обозначение характеристик. - Введ. 1997- 07-01. - М. Изд-во стандартов, 1997. - 50 с.
4. Комарова Н.А., Рагимов А.О. Экспозиция рельефа, как фактор распределения элементов питания по земельному участку на примере дерново- подзолистой супесчаной почвы // Отраслевые аспекты технических наук. 2012. № 4 (16). С. 35-36
5. Косин, И. Г. Мониторинг плодородия почв с преминением геоинформационных сетей / И. Г. Косин, Е. С. Малышева // Плодородие. - 2002. - № 1. - С. 1 - 28.
6. Мелентьева, А. А. Применение ГИС-технологий в сельском хозяйстве / А. А. Мелентьева, Н. М. Затолокина // Вектор ГеоНаук. - 2018. - № 2. - С. 1 - 8.

ГЕОБОТАНИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОСТРОВА КАЛАНЧИНСКИЙ (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Соколова Т.А.
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук», пр. Чехова, 41, г. Ростов-на-Дону, 344006. Россия
sta1562@yandex.ru

GEOBOTANICAL MAPPING OF VEGETATION OF DONSKOY ISLAND (ROSTOV REGION) SOKOLOVA T.A.

Federal state budgetary institution of science "Federal research center southern scientific center of the Russian Academy of Sciences, 41 Chekhov Ave., Rostov-on-Don, 344006. Russia.
sta1562@yandex.ru

Аннотация. Остров Каланчинский — самый большой остров дельты р. Дон, интересен большим разнообразием растительных сообществ, что связано не только с процессами формирования дельты, свойством воды, но и с деятельностью человека. Остров Донской – самый удаленный населенный остров дельты Дона. На нем отмечены сообщества луговой, степной, древесно-кустарниковой, водной и прибрежно-водной, псаммофтиной и вариантов синантропной растительности. Геоботаническая карта отображает закономерности распределения естественных типов растительности острова Каланчинский.

Ключевые слова: дельта р. Дон, остров Каланчинский, геоботаническое картографирование, Ростовская область.

Keywords: delta of the Don River, Donskoy Island, geobotanical mapping, Rostov region.

Растительные сообщества дельты типичны и уникальны, многие из них являются эталонами коренной естественной растительности пойм рек степной зоны. Дальнейшее изучение и мониторинг дельты р. Дон не теряет актуальности в современном техногенном прогрессе общества, и имеет общее научно-историческое и практическое значение. Пойма Нижнего Дона и дельта относятся к нижне-донскому варианту субаридных и аридных пойм (Исаченко, Лавренко, 1980). По рельефу это довольно плоская, слабо наклоненная в сторону моря равнина. Типичными элементами рельефа здесь являются прирусловые валы современных и отмерших рукавов и пониженные, местами заболоченные, участки. Длина дельты по прямой от её начала до Таганрогского залива составляет около 30 км, а ширина между крайними рукавами — 22,5 км. Общая площадь — 750 км^2. Водоёмы (Таганрогский залив, Дон и его гирла, Мёртвый Донец, болота, пруды) занимают 50% территории; порослевые ивняки и другая естественная древесная растительность — около 0,5%, пойменные луга — 36%, песчаные дюны, пляжи и косы — 7,5%, парки, сады и другие древесные насаждения — 4%, урбанизированные и индустриальные биотопы — 2%. (Миноранский, 2004).

Характерной чертой растительного покрова дельты Дона является его неоднородность, связанная не только с пойменно-аллювиальной деятельностью р. Дон, но и с разнообразным микрорельефом, почвенным покровом, а также деятельностью человека. Согласно геоботаническому районированию, дельта р. Дон входит в Восточно-Европейскую провинцию Евразиатской степной области и включается в Северо-Кавказский регион (Зозулин, Пашков, 1974). Из зональной растительности в дельте Дона встречаются участки разнотравно-типчаково-ковыльных степей. Широко распространена

азональная растительность, она представлена сообществами интразональной растительности — луговой, болотной, околоводной и высшей водной.

Остров Каланчинский является самым большим островом дельты р. Дон. Его протяжённость около 8 км. С юга он ограничен Доном, с севера и востока — рукавом Каланча, с запада — Таганрогским заливом. Сам остров пересекают несколько ериков: Церковный, Глухой, Бабуков, Ленной, Грузкой, Чебачий, а также искусственные нерестовые каналы. На территории острова находятся три населённых пункта, хутора: Донской, Петровский и Задонье, который является частью г. Азова. Большая часть острова входит в состав ООПТ природного парка «Донской», участок «Дельта Дона» (рис. 1).

Рисунок 1. остров Каланчинский в дельте р. Дон

Методика составления карты и легенды к ней. Изучение растительных сообществ проведено детально-маршрутным методом. Изучение растительных сообществ проведено в соответствии с общими установками направления Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964). Выполнены более 269 полных геоботанических описаний на территории дельты Дона, в т.ч. 47 на о. Донской. Исследования охватили Азовский, Аксайский, Неклиновский и Мясниковский районы Ростовской области и территорию города Ростов-на-Дону. Описание растительных сообществ произведено на площадках размером от 16 до 400 м^2 в зависимости от типа и гомогенности растительности. Обилие/покрытие видов дано по комбинированной шкале Браун-Бланке (Braun-Blanquet, 1964). При классификации использованы единые блоки диагностических видов без подразделения на характерные и дифференцирующие, что соответствует современным тенденциям развития классификации (Гречушкина, 2011; Голуб, Мальцев, 2013; Голуб и др., 2015; Ямалов и др., 2012; Theurillat et all., 2016). Видовые названия сосудистых растений приведены по С.К. Черепанову (1995).

При составлении карты растительности использованы полевые данные, топографические карты и космические снимки высокого разрешения (GeoMixer…: https://www.kosmosnimki.ru/). Общая закартированная площадь — 4967,72 га. Масштаб геоботанической карты — 1 : 2200. Пространственная привязка геоботанических описаний осуществлялась с помощью GPS-навигатора. В маршрутах при фиксации границ растительных сообществ выполнялись краткие описания. Границы растительных

сообществ проводили в ходе полевых работ и сопоставляли с данными, полученными при дешифрировании космических снимков. Карта была составлена с использованием программы ArcGIS 10.

При построении легенды к карте растительности мы использовали не только флористическую, но и эколого-фитоценотическую классификацию, в рамках которой представляется возможным привести такие категории, как типы растительности, которым в легенде подчинены классы и другие единицы флористической классификации. В легенде к карте растительности отражены следующие иерархические уровни: типы растительности и классы ассоциаций. Картируемой единицей является ассоциация, описанная в системе Браун-Бланке. Высшими подразделениями легенды являются типы растительности: водная, прибрежно-водная, галофитная, псаммофитная, степная, которые приведены согласно эколого-фитоценотической классификации. В пределах типов растительности даны классы ассоциаций согласно флористической классификации.

Растительный покров на карте отображен 12 типами знаков легенды. Полученная геоботаническая карта отражает состояние растительного покрова на 2021 г (рис. 2).

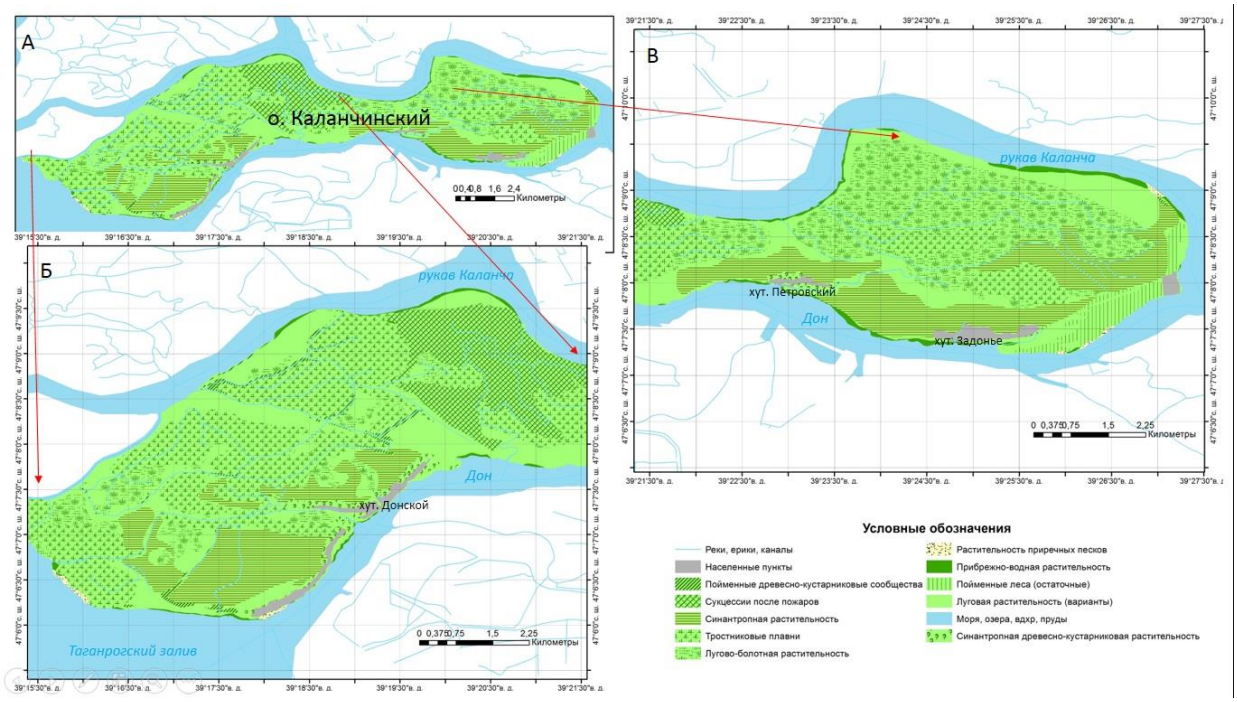


Рисунок 2. Геоботаническая карта растительности острова Каланчинский.
А – общий вид острова, Б – западная часть острова, В – восточная часть острова.

Легенда карты растительности острова Каланчинский

Водная растительность отмечена по берегам острова вдоль р. Дон и рукава Каланча.

Класс *Potamogetonetea* Klika in Klika et Novák 1941 – растительность укоренившихся плавающих или погруженных макрофитов застойных мезотрофных, эвтрофных и солоноватых пресноводных водоемов и медленно текущих мелких ручьев Евразии.

Порядок *Potamogetonetalia* Koch 1926 – растительность укорененных плавающих или погруженных макрофитов мезотрофных и эвтрофных пресноводных водоемов Евразии.

Союз *Nymphaeion albae* Oberdorfer 1957 – растительность укорененных макрофитов с плавающими листьями в защищенных богатых питательными веществами пресных водах Западной и Центральной Европы.

Ассоциация *Nymphaeetum albae* Vollmar 1947 em. Oberd. In Oberd. et al. 1967 – сообщества ассоциации малочисленны, отмечены в водах рукава Каланча.

Ассоциация *Nupharetum lutei* Beljavetchene 1990 – сообщества ассоциации отмечены по р. Дон и рукаву Каланча, редко.

, , , и Прибрежно-водная и болотная растительность берегов острова, в том числе во внутренних частях острова на сильно увлажненных участках, берегах ручьев, каналов, ериков.

Класс *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941 – тростниковые плавник, заросли осок и травянистая растительность пресноводных или солоноватых водоемов и ручьев Евразии

Порядок *Phragmitetalia* Koch 1926 – болотная растительность, прибрежные русла и пастбища мезотрофных и эвтрофных застойных или медленно текущих пресноводных или солоноватых водоемов Евразии.

Союз *Phragmition communis* Koch 1926 – тростниковые плавни, болотная растительность мезотрофных и эвтрофных стоячих пресноводных водоемов или плавно движущихся потоков бореально-умеренной Евразии.

Ассоциация *Phragmitetum communis* (Gams 1927) Schmale 1939 – сообщества ассоциации отмечены по берегам острова, обычно.

Ассоциация *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953 – берега острова, внутренние позиции острова на заболоченных участках, берега ериков, реже предыдущей.

Ассоциация *Scirpetum lacustris* Schmale 1939 – берега острова по течению р. Дон, редко.

Ассоциация *Cynancho acuti–Phragmitetum australis* Golub et Bondareva 2015 – внутренние позиции острова, прилегающие к населенным пунктам обводненные участки, изредка.

Ассоциация *Calystegio-Phragmitetum* Golub et Mirkin 1986 – по берегам острова по течению рука Каланча, изредка.

Ассоциация *Sparganio erecti–Typhetum angustifoliae* Golub et al. 1991 – заросшие ерики и ручьи острова, редко.

Ассоциация *Typhetum latifoliae* Nowiński 1930 – берега острова, изредка.

Союз *Magno-Caricion gracilis* Géhu 1961 – крупноосоковые и крупнотравные сообщества, произрастающие в условиях непродолжительного обводнения или в местообитаниях с близким залеганием грунтовых вод, как правило, на минеральных грунтах.

Ассоциация *Lythretum salicaria* Teteryuk 2012 – береговые участки граничащие с песчаными берегами, заросшие ручьи, протоки, редко.

Порядок *Bolboschoenetalia maritimi* Hejny in Holub et al. 1967 – сообщества водоемов с солоноватой водой, а также засоленных периодически переувлажняемых почв.

Союз *Scirpion maritimi* Dahl et Hadac 1941 – мезоэвтрофные солоноватые болотные тростники прибрежных районов Европы с умеренным климатом.

Ассоциация *Bolboschoenetum maritimi* Eggler 1933 – окраины острова, приближенные к Таганрогскому заливу, редко.

Союз *Typhion laxmannii* Losev et Golub 1988 – сообщества прибрежных участков водоемов, а также заболоченных участков с повышенной минерализацией воды.

Ассоциация *Typhetum laxmannii* Nedelcu 1968 – берега острова, реже в центральных частях по берегам ериков, изредка.

Ассоциация *Phragmito–Typhetum laxmanii* Losev et Golub in Golub et al. 1991 – берега острова, реже в центральных частях по берегам ериков, изредка.

Ассоциация *Argusio-Phragmitetum* Golub et Mirkin 1986 – сообщества на песчаных берегах, изредка.

Порядок *Oenanthetalia aquaticae* Hejný in Kopecký et Hejný 1965 –сообщества растений, произрастающих вдоль береговой линии водоемов на топких илистых грунтах и аллювиальных отложениях (галечниковых, гравийных, песчаных, глинистых) русел рек.

Союз *Oenanthion aquaticae* Hejný ex Neuhäusl 1959 – прибрежно-водные сообщества средне-высокотравных и низкотравных макрофитов пресноводных водоемов со значительными колебаниями уровня воды в течение вегетации на аллювиальных отложенях (галечниковых, гравийных, песчаных, глинистых, илистых).

Ассоциация *Oenanthetalia aquaticae* Hejny in Kopecky et Hejny 1965 – внутренние позиции острова, зарастающие ручьи и ерики, редко.

Ассоциация *Eleocharitetum palustris* Savich 1926 – окраины заболоченных участков, центральные территории острова, редко.

Лугово-болотные сообщества на стадии восстановления после пожара.

Луговая растительность отмечена по всему острову в разных вариантах.

Класс *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937 – вторичные послелесные луга, формирующиеся на месте лесов на достаточно богатых незасоленных почвах.

Порядок *Molinietalia* Koch 1926 – сообщества влажных лугов.

Союз *Potentillion anserinae* R. Tx. 1947 – сообщества влажных лугов пастбищного использования с преобладанием низкорослых влаголюбивых видов.

Ассоциация *Junco gerardii–Agrostietum albae* (D.R. 1925) Tx. 1950 – центральные позиции острова, обычно.

Ассоциация *Potentilletum anserinae* Felföldy 1942 – берега каналов, ериков, изредка.

Порядок *Arrhenatheretalia* R. Tx. 1931 – сообщества лугов нормального увлажнения на хорошо дренированных минеральных почвах.

Союз *Festucion pratensis* Sipajlova et al. 1985 – сообщества крупнозлаковых лугов сенокосного использования на богатых почвах с преобладанием *Agrostis gigantea, Alopecurus pratensis, Bromopsis inermis, Festuca pratensis.*

Ассоциация *Bromopsido inermis–Alopecuretum pratensis* Mirk. ex Yamalov 2012 – центральные позиции острова, изредка.

Ассоциация *Elytrigio repentis–Bromopsidetum inermis* Yamalov 2012 – центральные позиции острова, изредка.

Порядок *Galietalia veri* Mirk. et Naumova 1986 – сообщества остепненных лугов лесостепной и степной зон.

Союз *Trifolion montani* Naumova 1986 – сообщества остепненных лугов лесостепной и степной зон.

Сообщество *Bromopsis riparia*

Базальное сообщество *Carex riparia*

Базальное сообщество *Carex melanostachya*

Базальное сообщество *Carex acuta*

, и Синантропная растительность – распространена на территории и окрестностях населенных пунктов, заброшенных строений, обочин дорог.

Класс *Bidentetea tripartitae* R. Tx. et al. ex von Rochow 1951 – синантропные сообщества однолетних гидрофитов на поврежденных антропогенными воздействиями, переувлажненных, часто заиленных почвах, в понижениях по берегам рек, ручьев, водосточных канав, прудов и озер.

Союз *Bidention tripartitae* Nordhagen ex Klika et Hadač 1944 – синантропные сообщества однолетних гидрофитов на поврежденных антропогенными воздействиями,

переувлажненных, часто заиленных почвах, в понижениях по берегам рек, ручьев, водосточных канав, прудов и озер.

Ассоциация *Bidentetum tripartitae* Miljan 1933 – сообщества окраин ериков, вблизи кустарниковых зарослей.

Союз *Chenopodion rubri* (R. Tx. 1960) Hilbig et Jage 1972 – растительность с участием однолетних видов *Atriplex* и *Chenopodium*, которая развивается на слабозасоленных или богатых азотом почвах вокруг навозных куч, в местах выхода сточных вод и на аллювиальных отложениях рек.

Сообщества союза распространены в окрестностях населенных пунктов.

Класс *Stellarietea mediae* R. Tx. et al. ex von Rochow 1951 – сообщества однолетней сорной растительности пропашных культур, садов и сообщества, представляющие начальные стадии восстановительных сукцессий после нарушений.

Порядок *Atriplici-Chenopodietalia Albi* (R. Tx. 1937) Nordhagen 1950 – сообщества однолетней сорной растительности местообитаний с интенсивным антропогенным воздействием – пропашные культуры, сады, клумбы, залежи и др.

Союз *Lactucion tataricae* Rudakov in Mirkin et al. 1985 – флористически обедненные сорно-полевые сообщества степной зоны на южных черноземных почвах.

Ассоциация *Lactucetum tataricae* Rudakov in Mirkin et al. 1985 – в окрестностях населенных пунктов, изредка.

Порядок *Sisymbrietalia* J. Tx. ex Görs 1966 – сообщества с преобладанием терофитов, произрастающих в широком спектре местообитаний от промышленных отвалов до пустырей, залежей и навозных куч.

Союз *Atriplicion* Passarge 1978 – сообщества однолетних рудеральных видов, развивающиеся на нарушенных местообитаниях, на почвах различного состава.

Ассоциация *Atriplicetum tataricae* Ubryszy 1949 – в окрестностях населенных пунктов, изредка.

Союз *Malvion neglectae* (Gutte 1972) Hejný 1978 – нитрофильные сообщества низкорослых однолетников вдоль стен домов, придорожных обочин и вытаптываемых местообитаний.

Ассоциация *Malvetum pusillae* Morariu 1943 – в окрестностях населенных пунктов, изредка.

Класс *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951 – синантропные сообщества с преобладанием высокорослых сорных двулетних и многолетних травянистых видов на богатых, от сухих до умеренно влажных субстратах.

Порядок *Artemisietalia vulgaris* Lohmeyer in R. Tx 1947 – рудеральные сообщества высокорослых дву- и многолетних мезофитных сорных видов, требовательных к богатству почвы.

Союз *Arction lappae* R. Tx. 1937 – сообщества высокорослых мезофитов.

Сообщества у заброшенных хозпостроек, обычно.

Класс *Polygono-Artemisietea austriacae* Mirkin et al. in Ishbirdin et al. 1988 –устойчивые к вытаптыванию и выпасу сообщества низкорослых ксерофитных растений степной зоны.

Порядок *Polygono-Artemisietalia austriacae* Sakhapov et Solomeshch in Ishbirdin et al. 1988 – устойчивые к вытаптыванию и выпасу сообщества низкорослых ксерофитных растений степной зоны.

Союз *Bassio-Artemision austriacae* Solomeshch in Ishbirdin et al. 1988 – устойчивые к вытаптыванию и выпасу сообщества низкорослых ксерофитных растений степной зоны.

Ассоциация *Polygono avicularis–Artemisietum austriacae* Yamalov in Yamalov et al. 2008 – на окраинах населенных пунктов, обочины дорог.

Ассоцияация *Polygono avicularis-Atriplicetum tataricae* Abramova et Sakhapov in Ishbirdin et al. 1988 – на окраинах населенных пунктов, обочины дорог.

Класс *Robinietea* Jurko ex Hadać et Sofron 1980 – городская спонтанная древесная растительность и сообщества искусственных древесных насаждений.

Порядок *Chelidonio-Robinietalia* Jurko ex Hadać et Sofron 1980 – городская спонтанная древесная растительность и сообщества искусственных древесных насаждений.

Союз *Chelidonio-Acerion negundi* L. et A. Ishbirdin 1989 – спонтанные сообщества с *Acer negundo.*

Ассоциация *Chelidonio-Aceretum negundi* Ishbirdina et Ishbirdin 1989 – сообщества по берегам р. Дон у населенных пунктов и за их пределами, обычно.

Сообщества заброшенных плодовых садов.

Пойменные (остаточные) леса – берега рек, ериков, каналов, в т.ч. на внутренних участках острова.

Группа сообществ с доминированием *Elaeagnus angustifoliae*

Ассоциация *Elaeagnetum angustifoliae* Golub et E.G. Kuzmina 2004 – древесно-кустарниковая растительность отмечена по берегам каналов, ериков, канав, изредка.

Класс *Salicetea purpureae* Moor 1958 – пойменные прирусловые ивово-тополевые леса и кустарниковые сообщества.

Порядок *Salicetalia purpureae* Moor 1958 – пойменные прирусловые ивово-тополевые леса и кустарниковые сообщества.

Союз Salicion albae Soy 1930 – пойменные ивово-тополевые леса умеренной и бореальных зон.

Ассоциация *Salici–Populetum* (R. Tx. 1931) Meijer Drees 1936 – древесно-кустарниковые сообщества по берегам каналов, ериков, канав, изредка.

Заключение

Растительность острова довольно разнообразна и неоднородна, сообщества быстро сменяются в зависимости от степени увлажнения, солености и особенностей рельефа и представлены полосами различной ширины или пятнами. Растительный покров острова, как и береговой части динамичен, что связано не только с антропогенным воздействием, но и деятельностью естественных процессов: размыв каналов, их зарастание, осушение некоторых участков, течения р. Дон.

Составленная геоботаническая карта растительности острова Каланчинский отражает состояние и закономерности распределения растительного покрова на 2021 г. На ее основе в дальнейшем можно выявить ход естественной и антропогенной динамики растительности и прогнозировать изменения в растительном покрове.

Список литературы

1. Голуб В.Б., Мальцев М.В. Список растительных сообществ долины Нижней Волги // Фиторазнообразие Восточной Европы. Т. VII:3. 2013. С. 112–122.
2. Голуб В.Б., Бондарева В.В., Сорокин А.Н., Николайчук Л.Ф. Сообщества с доминированием тростника (Phragmites australis agg.) в долине Нижней Волги // Растительность России. СПб., 2015. № 26. С. 26–37.
3. Гречушкина Н.А., Сорокин А.Н., Голуб В.Б. Растительные сообщества с доминированием Phragmites australis и Bolboschoenus glaucus на территории Российского побережья Азовского моря // Бюл. «Самарская Лука». 2011. Т. 20, № 2. С. 105–115.

4. Зозулин Г.М., Пашков Г.Д. Ботанико-географическое районирование степной части бассейна реки Дона в пределах Ростовской и Волгоградской областей. Известия СКНЦ ВШ. Естественные науки. 1974. № 3. С. 38–41.
5. Исаченко Т.И., Лавренко Е.М. Ботанико-географическое районирование. Растительность европейской части СССР. Л., 1980. С. 10–20.
6. Миноранский В.А. Экосистемы: дельта Дона. РГУ, 2004. 137с.
7. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств / Черепанов С.К. СПб.: изд-во Мир и семья, 1995. 992 с.
8. Ямалов С.М., Мартыненко В.Б., Абрамова Л.М., Голуб В.Б., Баишева Э.З., Баянов А.В. Продромус растительных сообществ республики Башкортостан. Уфа, из. «Гилем», 2012. 85 с.
9. Braun-Blanquet J. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde // 3 Aufl. −Wien; New York: Springer-Verlag, 1964. 865 S.
10. Theurillat J.-P., Willner W., Fernández-González F., Bültmann H., Čarni A., Gigante D., Mucina L., Weber H. 2021. International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th edition. Applied Vegetation Science, 24(1):e12491. DOI: https://doi.org/10.1111/avsc.12491
http://kosmosnimki.ru дата обращения 07.02.2019 г.

Секция №5.

БИОТЕХНОЛОГИЯ, ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ

KARGI-ENDANGERED TRADITIONAL RICE VARIETY PROTECTION AND CONSERVATION: A CASE STUDY

Abhishek Singh[1], Rakesh Singh Sengar[1], Vishnu Rajput[3], Anil Kumar Singh[4]
[1]Department of Agricultural Biotechnology Sardar Vallabhbhai Patel University of Agriculture and Technology, Meerut, India
[3]Academy of Biology and Biotechnology, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
[4]Department of Earth & Planetary science, University of Allahabad, Prayagraj Uttar Pradesh, India
Corresponding author: intmsc.abhi@gmail.com

Abstract. Farmers in the countryside area of the eastern part of Uttar Pradesh are still growing the traditional rice varieties in their farming systems. The present study collected the rarest and on the verge of extinction rice landrace Kargi from village Pauha Machhlishahr Jaunpur Uttar Pradesh. Kargi landrace was collected from the study site from the farmers because of its dietary, medicinal, physiological, cultural, and social value. The traditional rice varieties have the property to adapt against the abiotic and biotic stresses. These properties of the landrace impacted the positive effect on the cultivation of traditional rice varieties. Traditional rice varieties have important genetic reservoirs with valuable traits like agronomical and nutritional properties because of this an urgent need to provide a piece of full information regarding traditional rice that encourages the farmers to cultivate it this may help in the in-situ conservation of these prominent gene pools.

Keywords: Kargi, landrace, rice, in-situ conservation, genetic reservoirs.

Introduction

Rice is the staple food for India's people, and in East Uttar Pradesh is extensively cultivated in uplands, lowland, and deep-water conditions (Zeng and Shannon 2000). The indigenous germplasm of rice in the Eastern part of Uttar Pradesh represents the lucre of the most precious gene system (Sharma et al. 2021). The green revolution in India impacted the cultivation of traditional rice varieties (Table 1). However, few farmers of Eastern Utter Pradesh have still practiced the indigenous landraces or traditional rice varieties in their farming system. In these farming systems, local farmers use these traditional rice seeds based on their previous knowledge and agro-climatic adaptation of these traditional varieties (Das et al. 2014). The traditional farming system of Eastern Uttar Pradesh helps in the in-situ conservation of the valuable germplasm of rice. Traditional rice varieties have valuable gene pool traits that help develop high-yielding varieties (HYV) of rice, so there is an essential need to collect and document these traditional rice varieties (Blakeney et al. 2020; Krishnankutty et al. 2021).

Kargi is the rarest and on the verge of extinction rice landrace with higher nutritional value, and abiotic tolerance (Salinity and drought) characters as local farmers claimed those cultivated it. In the current study, we attempted to invent the local landrace Kargi and conserve them for future prospective. The germplasm survey and collection of Kargi rice were done by Abhishek Singh and R.S Sengar from the department of agriculture biotechnology, Sardar Vallabhbhai Patel University of Agriculture and Technology from village Pauha Machhlishahr Jaunpur Uttar Pradesh, Kargi rice landrace sown in significantly less scale by the marginal farmers.

Table 1. Traditional rice varieties grown in various districts of Eastern Uttar Pradesh that have become extinct

Name of rice varieties	Cultivated area
Kala Namak	Siddharthnagar
Kala Jeera	
Juhi Bengal	
Dhaniya and Moti Badam	
Kala Bhaat	
Namchuniya	Bahraich
Dubraj	
Badshah Pasand	
Shakar Chinee	
Vishnu Parag	
Jeera Samba	Sultanpur, Chandauli
Lalmani	Pratapgarh
Sona chuda	Koraon, Prayagraj
Tulsi Manjari	Varanasi, Ghazipur, Ballia, Azamgarh, Jaunpur, Mirzapur
Jeera-32	
Adamchini	
Govind Bhog	
Vishnu Bhog, Mohan Bhog	
Badshah Bhog	
Saathi	

Methodology

The study was conducted in Pauha (Latitude 25.687368 and Longitude 82.412971) Machhlishahr Jaunpur East Uttar Pradesh. The climate of the study area is a hot semi-arid eco-region with a temperature that varies between 4 °C and 44 °C and the normal annual rainfall of this area is 1,098 millimeters. The monsoon season in the study area occurs between the third week of June to the first week of October. The study was conducted for the collection of Kargi landrace in the month of June 2018 in the Pauha, Machhlishahr Jaunpur East Uttar Pradesh. The comprehensive survey was done before the pre-monsoon because this was the initial stage of the cultivation of traditional Kargi rice. During the survey, all the special features data of the Kargi landrace was collected from the farmer. All information on personal and location details was gathered as per the CBD guidelines. The passport information of Kargi was prepared and collected germplasm of Kargi paddy landraces were sent to ICAR-National Bureau of Plant Genetic Resources, Pusa Campus, New Delhi, India, for obtaining the unique national identity or Indigenous collection number (IC. No).

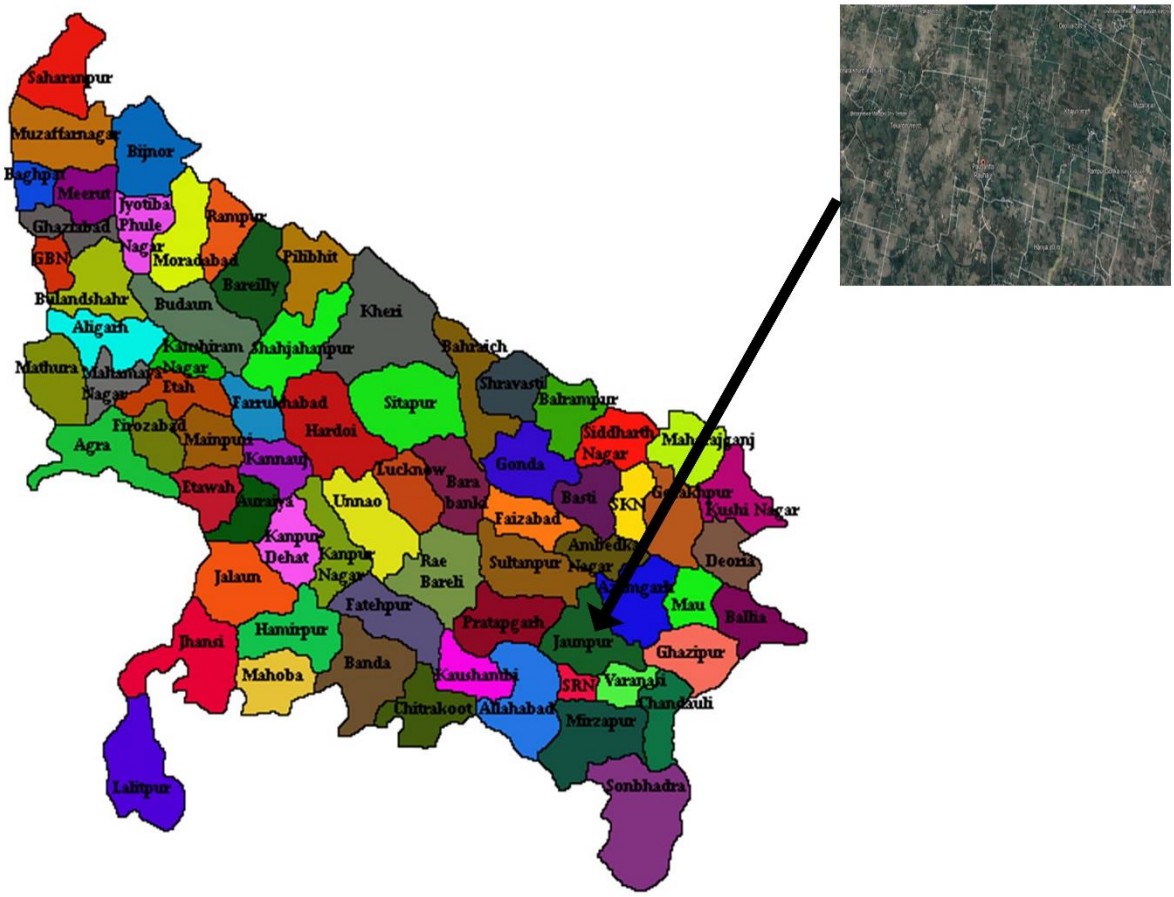


Figure 1. Map of Uttar Pradesh state of India and black arrow indicated the google earth image of Pauha village (Latitude 25.687368 and Longitude 82.412971) study area located in Jaunpur district.

Results and discussion

Rice farming in Pauha village is grown for its own needs and commercial purpose. In Pauha village, the farmers are mainly smallholders, and the farming of rice depends on the monsoon; they use traditional management for rice cultivation. Kargi rice properties were prepared based on geo-agro-morphological characteristics and the traditional ecological knowledge of the farmer (Figure 2) (Table 2).

After documentation of Kargi rice, sent the passport with a few thousand seeds to NBPGR, where they strictly inspected all the information mentioned in the passport; after that, they released the IC number for Kargi rice (IC-0642936) (Table 3).

S.NO	Geo-Agro-morphological characteristics	Features
1.	Crop Duration	120 days
2.	Unique feature	Very rare and on the verge of extinction paddy species
3.	Production area	Some areas of East Uttar Pradesh e.g., Jaunpur, Azamgarh
4.	Production	Approximately yield(t/acre)- 3-4
5.	Agronomic characteristics	• Plant height 90-95 centimetre • Panicle length- 24 centimetre • Flag Leaf Length- 34 centimetre • Husk colour- Light Black • Grain colour- Light Red • Highly germination rate 2-5 days 88% germination rate • Less amount required fertilizer, pesticide
6.	Nutritional Value	Higher amount of Zinc, Calcium, Magnesium Iron, Manganese, Copper, Aluminium

Table 2. Geo-Agro-morphological characteristics and features of Kargi rice

The main criteria for the selection of traditional Kargi rice variety for farmers are grain quality, yield, less utilization of fertilizers, pesticides, and low mentaines cost that is affordable for local farmers. Mainly farmers cultivated the Kargi rice because of its value as food and nutritional value. Besides, the cultural value and dietary necessity fission of agricultural lands with heterogeneous soil types are key factors that help in retaining the traditional rice like Kargi in the village (Das et al. 2014). According to the farmers of the Pauha of the survey area, they have fragmented land with different soil types, the cultivable land is fertile in the middle of the village population, but the land a little far from the village is less fertile with saline properties that affect the production of rice. To solve these problems, the farmers of Pauha use traditional rice varieties like Kargi as per their indigenous soil knowledge. Previously report also suggested that in some areas, traditional rice varieties are used for moisture stress tolerance because of their capacity of yield in moisture stress conditions (Roychowdhury et al. 2013). Some studies also suggested that in poor quality soils, farmers get better yields with traditional rice varieties (Das and Das 2013). Landrace is morphologically identical but genetically heterogeneous, providing them to adapt against the different environmental stresses and not uniform like modern rice cultivars (Agnihotri and Palni 2007; Brush 1995; Carpenter 2005; Dias and Dias 2015; Semwal et al. 2019).

Table 3. Indigenous collection number (IC. No) allotted by NBPGR

S. No.	Accession Material Type	Crop Species	Cultivar Name Bio-Status Variety	Sample Method Sample Type	Collection Date Village/District/State	Source Frequency Habitat	Pedigree Donor	Imp Traits Remark
1.	IC-0642936 SEEDS	Rice *Oryza sativa*	Kargi LANDRACE	RANDOM BULK	Pauha Machhalishahar/ Jaunpur /UttarPradesh	Rare	Farmer, Ramesh Singh Village Pauha post Belasin, Machhalishahar, Jaunpur U.P.	Kargi is 120 days, higher amount of Zn, Mg, K, Ca, Fe, S, Mn, Cu, Al like nutrients with salinity/drought tolerance capacity

Recommendation of study to farmers and agriculture researchers

The present study highlights the rarest and on the verge of extinction rice landrace Kargi availability to the farmer and its documentation based on traditional knowledge of the farmer. While the yield of Kargi was three-four quintals per acre, the HYV could feed the growing population by giving six-seven quintals per acre because of this reason traditional landrace variety of rice Kargi was facing the threat of extinction. Kargi has been conserved successfully in NBPGR, but many other landraces of rice cultivated in the eastern region of Uttar Pradesh urgently need conservation to develop stress-tolerant varieties and policies at the regional level for copping-up the problem related the climate change.

Conclusion

Traditional rice cultivation is essential for smallholder of rice cultivator farmers in Eastern Uttar Pradesh. Farmers are use this traditional rice variety Kargi because of its agronomical, abiotic tolerance capacity, and social and cultural value. Kargi rice has abiotic stress drought and salinity tolerant characteristics; these silent features help develop new HYV with the help of various crop improvement tools e.g., biotechnology. The nanotechnological products also help increase the production of this traditional variety of rice. There are several endangered or on-the-brink rice varieties in Eastern Uttar Pradesh. There is an urgent need to conserve these rice varieties before they become extinct because these traditional rice varieties are the major source of valuable and rare genes. These useful and rare genes help transfer these genes across the species with higher nutritional and abiotic stress tolerance features.

(A) (B) (C)

Figure 2. Plant (A) Panicle (B) and Seed Grain (C) of Kargi landrace collected from Village Pauha post Belasin, Machhalishahar, Jaunpur U.P.

Acknowledgment

The authors acknowledge the help of local farmers Ramesh Singh Pauha, Machhalishahar, Jaunpur, Eastern Uttar Pradesh, for sharing their knowledge of the traditional rice variety Kargi during the survey and germplasm collection. Special thanks to Dr. Badal Singh, scientist NBPGR New Delhi India, for proper guidance in the submission of germplasm for obtaining the Indigenous collection number (IC. No).

References

1. Agnihotri, R. K., Palni, L. M. S. On-farm conservation of landraces of rice (Oryza Sativa L.) through cultivation in the Kumaun region of Indian Central Himalaya. Journal of Mountain Science. 2007. p.354–360. https://doi.org/10.1007/S11629-007-0354-3
2. Blakeney, M., Krishnankutty, J., Raju, R. K., Siddique, K. H. M. Agricultural Innovation and the Protection of Traditional Rice Varieties: Kerala a Case Study. Frontiers in Sustainable Food Systems. 2019. p. 116. https://doi.org/10.3389/FSUFS.2019.00116/BIBTEX
3. Brush, S. B. In Situ Conservation of Landraces in Centers of Crop Diversity. Crop Science.1995.p.346–354.https://doi.org/10.2135/CROPSCI1995.0011183X003500020009X
4. Carpenter, D. The in situ conservation of rice plant genetic diversity: A case study from a Philippine barangay. Agriculture and Human Values. 2005.p. 421–434. https://doi.org/10.1007/S10460-005-3397-5
5. Das, T., Ashesh, Das, K.Inventory of the traditional rice varieties in farming system of southern Assam: A case study. Indian Journal of Traditional Knowledge.2014.p. 157–163.
6. Das, T., Das, A. K.Vegetative and reproductive phenology of some multipurpose tree species in the homegardens of Barak Valley, northeast India. International Journal of Biometeorology.2013. p.185–196. https://doi.org/10.1007/S00484-012-0547-5
7. Dias, J. C. da S., Dias, J. C. da S. Plant Breeding for Harmony between Modern Agriculture Production and the Environment. Agricultural Sciences.2015.p.87–116. https://doi.org/10.4236/AS.2015.61008
8. Krishnankutty, J., Blakeney, M., Raju, R. K., Siddique, K. H. M.Sustainability of Traditional Rice Cultivation in Kerala, India—A Socio-Economic Analysis. Sustainability 2021.p. 980. https://doi.org/10.3390/SU13020980
9. Roychowdhury, R., Karmakar, J., Karmakar, J., Adak, M. K., Dey, N., Roychowdhury, R.Physio-Biochemical and Microsatellite Based Profiling of Lowland Rice (Oryza sativa L.)

Landraces for Osmotic Stress Tolerance. American Journal of Plant *Sciences*.2013. p.52–63. https://doi.org/10.4236/AJPS.2013.412A3007
10. Semwal, D., Pradheep, K., John, K. J., Latha, M.,Ahlawat, S. Status of Rice (Oryza sativa L.) Genepool Collected from Western Ghats Region of India: Gap Analysis and Diversity Distribution Mapping using GIS Tools . Indian Journal of Plant Genetic Resources.2019.p.166. https://doi.org/10.5958/0976-1926.2019.00021.4
11. Sharma, A., Sandhya, Srivastava, A., Singh, S., Mishra, S., Mohan, S. Aromatic Rice of India: It's Types and Breeding Strategies. Integrative Advances in Rice Research.2021.p. 99.https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.99232
12. Zeng, L., Shannon, M. C. Salinity Effects on Seedling Growth and Yield Components of Rice. Crop Science.2000 .p. 996–1003. https://doi.org/10.2135/CROPSCI2000.404996X

REGULATING ANTIOXIDANT SYSTEM BY ZNO-NPS IN RICE UNDER SALINITY STRESS CONDITION

Abhishek Singh[1], Rakesh Singh Sengar[1], Priyadarshani Rajput[2]
[1]Department of Agricultural Biotechnology Sardar Vallabhbhai Patel University of Agriculture and Technology, Meerut, India
[2]Academy of Biology and Biotechnology, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
Corresponding author: intmsc.abhi@gmail.com

Abstract. Information on salinity stress mechanisms is essential for crop improvement and production for sustainable agriculture. Salinity is the most regnant abiotic stress compared to other abiotic stresses that directly affected plant growth and development. Rice is salinity sensitive plant affected by salinity stress resulting in reduced rice crop production that created food security-related threats. Nanotechnology is an emerging technology that has a potential role in coping with the effect of salinity stress. Nanotechnological products like the application of zinc oxide nanoparticles (ZnO-NPs) improve the salt tolerance in rice plants. ZnO-NPs restored the accumulation of the photosynthetic pigment, and K^+ level and significantly increased the activity of the antioxidant enzymes that alleviated the oxidative stress with reduced the level of Na^+, MDA, proline and H_2O_2.

Keywords: Salinity stress, rice, ZnO-NPs, Na^+, MDA, proline, H_2O_2, antioxidant enzymes.

Introduction

Salinity is a major concern for global crop production that imperil the agriculture production capacity (Fita et al., 2015). Salinity affects plant growth and reduces physiological and biochemical indices (Amira et al., 2015). During salinity stress, the sodium and chloride levels get increasingly more than the normal condition which created osmotic and ionic stress that is produced by reactive oxygen species (ROS) generation (Hasanuzzaman et al., 2012; Tavakkoli et al., 2010). ROS including superoxide radical ($O_2^{\bullet-}$), singlet oxygen ($^1O_2$), hydrogen peroxide (H_2O_2) and hydroxyl radical ($OH^{\bullet}$) are produced due to oxidative stress which is secondary stress developed by osmotic and ionic stresses of salinity that is created due to the loss of electrons to oxygen in the electron transport system (Hasanuzzaman et al., 2019, 2020). Although ROS normal formed during the plant cellular metabolism process, during stress conditions ROS accumulated into mitochondria, chloroplasts, peroxisomes, apoplast and a plasma membrane that directly affected the cellular structure and denatured protein, DNA, carbohydrates, lipids (Raja et al., 2017; A. Singh et al., 2019). Detoxification of ROS is a key feature of salinity tolerance that required antioxidant enzymes SOD, CAT, APX, and GR machinery. Increasing oxidative stress leads to decreasing the activity of antioxidant enzymes that produced the MDA end product of the lipid peroxidation process and a higher accumulation of H_2O_2 promoted the lipid peroxidation

process (Demiral and Türkan, 2005; Gill & Tuteja, 2010; Sharma et al., 2012). During salinity higher accumulation of Na^+ can create salinity stress-mediated osmotic stress that reduced K^+ uptake and disrupts cellular ion homeostasis (Mittler, 2002). For maintaining, the osmotic condition of plant cells synthesis of compatible solutes such as proline has started that help in adjustment osmotic condition and improvement of K^+/Na^+ ratio (Sharma et al., 2012; Slama et al., 2015).

After iron (Fe), zinc (Zn) is the second-largest metal present in a living organism and play a vital role in the various physiological process, e.g., photosynthesis, respiration, biosynthesis of protein, DNA, RNA, phytohormones like indole-3-acetic acid (IAA) also help in scavenging of ROS during salinity stress (Saha et al., 2017; Welch, 2002). During salinity stress, Zn reduce the excessive uptake of Na^+ ions and improved K^+/Na^+ ratio alleviate the alteration of integrity and permeability of stem cell membrane (Aktafi et al., 2006; Saleh et al., 2009). Zn is also important for maintaining the cell membrane integrity of plant roots and the morphological structure of leaves (Tavallali, 2016). External application of Zn can mitigate the adverse effect of NaCl by reducing the uptake and translocation of NaCl (Tavallali, 2016). Nanotechnology is a new emerging technology that helps in the production of nanoparticles (sizes 1-100 nm) base zinc, known as ZnO-NPs (Srivastav et al., 2021). ZnO-NPs have a potential role to eliminated the salinity stress in plants by reducing the Na^+ uptake, MDA, H_2O_2, proline accumulation by upregulating the antioxidant enzyme activity (Yasmin et al., 2021). Rice is the most edible food around the world half of the population eat rice.

Rice is salinity sensitive cereal crop that affected their production which developed food security-related problems (Khush, 2005). Salinity affected rice at various growth stages like seed germination, seedling stages, vegetative and reproductive stages but at the flowering stage, rice plants cannot avoid salinity stress affected and not survived a long time(Liu et al., 2019). Because of this problem, the characterization of rice at physiological, morphological and biochemical levels is essential for understanding the mechanism of salinity stress and its impact on rice production. In current article analyzed the mode of action ZnO-NPs to alleviated the effect of salinity stress into rice including some other crops.

Mode of action of ZnO-NPs in alleviating of salinity stress

In all abiotic stresses salinity is the most prominent stress that reduced plant growth by reducing their seed germination rate, flowering and productivity of crops by affecting their physiological and biochemical processes. Under salinity stress, the supply of ZnO-NPs can greatly improve the growth and development of sunflower wheat (Fathi et al., 2017; Torabian et al., 2016). The application of ZnO-NPs can significantly increase the resistance against to salinity stress in rice by improving the biosynthesis of the photosynthetic pigment, increasing the uptake of K^+, reducing the level of Na^+, ROS, H_2O_2 and MDA by enhancing the activity of antioxidant enzymes (Faizan et al., 2021).

Accumulation and Translocation of Zn Under Salinity Stress

Higher accumulation of Zn content stimulated the growth of plants seedlings under salinity stress. Salinity stress reduced the growth of the rice plants by reducing the concentration of Zn (Abdelhamid et al., 2020; H, 2017; Läuchli & Grattan, 2007; Reddy et al., 2017). The external supply of ZnO-NPs enhanced the growth of plants under saline condition. This result is validated by earlier findings that reported external application of ZnO-NPs improve the growth of rice under saline condition (Abdelhamid et al., 2020; Yang et al., 2021). Zinc is an essential micronutrient element for all species (Assaha et al., 2015) that play a prominent role in the biosynthesis of auxins that influence plants growth and developmental processes e.g., morphological development, plant fertility, pollen development, and seed germination (Rajput et al., 2018; Vissenberg et al., 2020).

Possible Role of ZnO-NPs in Exclusion of Na^+

Under salinity stress, growth of rice growth were affected because salinity disrupts the uptake mechanism of potassium nutrients and stored excessive concentration of Na^+ ions in both rice genotypes leaves resulting in decreasing the level of K^+ and Na^+ /K^+ ratio in leaves (Abdelaziz et al., 2018a). In the living cells, potassium is the most abundant cation that helps in maintaining the turgidity and essential enzyme activity of the cell and the shortage of K^+ ions and higher Na^+ /K^+ ratio inhibited the growth and development of the rice (Abdelaziz et al., 2018a; Etesami et al., 2021; Heikal et al., 2021, 2022; Noohpisheh et al., 2021). Application ZnO-NPs promoted better adoption towards salinity in rice leaves by lowering the Na^+ concentration and Na^+/K^+ ratio which improved the K^+ concentration (Rameshraddy et al., 2017). Improvement of $Na^{+/}K^+$ ratio to be a key trait of salinity tolerance for rice plants to better adaptation under salinity stress conditions (Abdelaziz et al., 2018a). Similar result data were observed on maize and cotton plants which show that application of ZnO-NPs lowering the Na^+ and Na^+/K^+ ratio that enhance the K^+ concentration which improve better adoption of maize and cotton plants under salinity stress. (AbdElgawad et al., 2016; Hussein and Abou-Baker, 2018).

Effect of ZnO-NPs and Proline Accumlation

Proline is a most prominent organic solute that acts as an osmolyte and helps in maintaining the cytosolic pH and osmotic condition of cells during salinity stress (Ashraf & Foolad, 2007). Noohpisheh et al., 2021 and Hussein and Abou-Baker, 2018 suggested that under salinity stress the amount of proline increased in fenugreek (Trigonella foenum-graecum L.) and cotton (Gossipyum barbadense L.) plants. ZnO-NPs treated rice plants was show decrease in proline accumulation under salinity . This result was similar to finding of Alabdallah and Alzahrani, 2020 and J. Li et al., 2017 that demonstrated ZnO-NPs treatment reduced the proline content condition in Okra (Abelmoschus esculentus L.) and Citrus (Citrus reticulata L.) plants under saline conditions.

Effect of ZnO-NPs in MDA Accumlation

The higher accumulation of Na^+ triggers the production of ROS that leads to membrane lipid peroxidation and the final product of lipid peroxidation is malondialdehyde (MDA) during oxidative stress that damages the membrane (Galal, 2019; Meloni et al., 2003; Okuma et al., 2011; Yasmin, Naeem, et al., 2020a). The higher MDA accumulation was shown in rice plants under saline condition and lowering of MDA concentration was an adaptation process of rice under salinity stress (Abdelaziz et al., 2018b). Few findings (Alzahrani et al., 2018; Galal, 2019) were also suggesting that salinity stress disrupted the lipid and protein composition of the membrane that affected their membrane architecture of leaves cell of plants. Application of ZnO-NPs lowering the accumulation of MDA content in rice under saline conditions. However, the application of ZnO-NPs minimized the MDA concentration and mitigated the injury caused by salinity in rice. Similar report were finds by Rajput et al., 2015 and Alzahrani et al., 2018, which explain that ZnO-NPs play a defensive impact on salinity stress by reducing the concentration of MDA, which help in the improvement and permeability of the membrane and oxidative stress in plants seedlings.

ZnO-NPs Affected the Photosynthesis-Pigment System Under Salinity Stress

Photosynthesis is a key biochemical reaction in which light energy is converted into chemical energy then into organic compound starch and sucrose by fixation of most oxidize form of carbon that is CO_2.Salinity directly affected the chloroplast structure and denatured their membrane that reducing the rate of photosynthesis and the reduction in photosynthesis reduced grain formation and crop yield (Munns and Tester, 2008; Tang et al., 2015). Salinity stress altered the function of stomata by reducing their structure, function and population this alteration reduced the rate of CO_2 uptake reduced the rate of photosynthesis also decrease the number of chloroplasts that damage the grana and thylakoids membrane that directly hit photosynthetic pigment-protein

machinery of photosynthesis (Gupta & Huang, 2014; Parihar et al., 2015;Rajput et al., 2015; P. Singh et al., 2021).

Under salinity stress the salt affected leaves show reduction in photosynthesis-pigments content (Yasmin et al., 2021). Some research finding also explain that the ZnO-NPs improve the photosynthetic pigments in Okra (Abelmoschus esculentus L.) and cotton (Gossypium hirsutum L.) in saline conditions (Alabdallah & Alzahrani, 2020; Venkatachalam et al., 2017).Enhancement of photosynthetic pigment content in ZnO-NPs treated plants may be due to the upregulation of ROS-scavenging enzymes that rapidly degrade the ROS radicals present in thylakoid membranes of chloroplasts (Fathi et al., 2017; Yasmin, Naeem, et al., 2020b). And another reason that supports this finding is reducing the Na^+/K^+ ratio in both ZnO-NPs treated rice genotypes that helps in maintaining ionic homeostasis of cells and upregulation of chlorophyllase activity (Pan et al., 2019; Yasmin, Naz, et al., 2020).

Effect Of ZnO-NPs Antioxidant Enzymes Under Salinity Stress

Under the salinity stress condition, antioxidant enzymes like SOD, CAT, APX and GR are protected the cellular structure of different organs from oxidative damage by scavenging the ROS. During salinity stress, excessive accumulation of NaCl created oxidative stress that lead to the production of reactive oxygen species (ROS) e.g., superoxide radical (O2 •−), singlet oxygen ($^1O_2$), hydrogen peroxide (H_2O_2) and hydroxyl radical (OH•) (Jia et al., 2020; Mignolet-Spruyt et al., 2016; Wang et al., 2018). ROS have destructive in nature that can damage the cell and its organization to overcome this problem antioxidant enzymes (SOD, CAT , APX and GR) come into the picture and help in the detoxification of reactive oxygen species radical (Sharma et al., 2012). SOD is the first front line defense enzyme that catalyzes O2 •− to produce H_2O_2 and O_2 in salinity stress during the scavenging process of ROS (Zhu, 2003, 2016). After then CAT, APX and GR like antioxidant enzymes come in the picture that scavenges accumulated H_2O_2 in the plant(Hou et al., 2016; Z. Li et al., 2022; Petridis et al., 2012). The higher activity of these antioxidants' enzymes indicated the greater adaptation of rice plants under salinity stress (Waqas Mazhar et al., 2022). Similar result was reported by Abdelaziz et al., 2018a, that suggested under salinity stress the antioxidant enzymes activity increased in rice. Alabdallah & Alzahrani, 2020 and Rizwan et al., 2019 reported that the application of ZnO-NPs upregulated the activity of antioxidant enzymes in Okra (Abelmoschus esculentus L.) and Maize (Zea mays L.) plants under salinity stress. Xuan & Khang, 2018 reported that the few genes in rice were correlated with antioxidant enzyme activity which work under environmental stress conditions, therefore, an expression analysis of genes that encoded the antioxidant enzymes, Na^+ and K^+ transporters related to the salinity tolerance of rice plants need be investigated.

Conclusion

Salinity tolerance in rice depends on the exclusion Na+ by balancing the Na+/K+ ratio, reducing the MDA concentration, synthesis of compatible solutes and accelerating the activity of the antioxidant enzyme. Application of ZnO-NPs restored all the negative impact of salinity stress that affected the rice growth and development.

References

1. Abdelaziz, M. N., Xuan, T. D., Mekawy, A. M. M., Wang, H., & Khanh, T. D. (2018a). Relationship of Salinity Tolerance to Na+ Exclusion, Proline Accumulation, and Antioxidant Enzyme Activity in Rice Seedlings. Agriculture 2018, Vol. 8, Page 166, 8(11), 166. https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE8110166
2. Abdelaziz, M. N., Xuan, T. D., Mekawy, A. M. M., Wang, H., & Khanh, T. D. (2018b). Relationship of Salinity Tolerance to Na+ Exclusion, Proline Accumulation, and

Antioxidant Enzyme Activity in Rice Seedlings. Agriculture 2018, Vol. 8, Page 166, 8(11), 166. https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE8110166
3. AbdElgawad, H., Zinta, G., Hegab, M. M., Pandey, R., Asard, H., & Abuelsoud, W. (2016). High salinity induces different oxidative stress and antioxidant responses in maize seedlings organs. Frontiers in Plant Science, 7(MAR2016), 276. https://doi.org/10.3389/FPLS.2016.00276/BIBTEX
4. Abdelhamid, M. T., Sekara, A., Pessarakli, M., Alarcón, J. J., Brestic, M., El-Ramady, H., Gad, N., Mohamed, H. I., Fares, W. M., Heba, S. S., Sofy, M. R., & El-Kafafi, E. S. (2020). New Approaches for Improving Salt Stress Tolerance in Rice. Rice Research for Quality Improvement: Genomics and Genetic Engineering, 247–268. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4120-9_10
5. Aktafi, H., Abak, K., & Öztürk, L. (2006). The Effect of Zinc on Growth and Shoot Concentrations of Sodium and Potassium in Pepper Plants under Salinity Stress. Turk J Agric For, 30, 407–412.
6. Alabdallah, N. M., & Alzahrani, H. S. (2020). The potential mitigation effect of ZnO nanoparticles on [Abelmoschus esculentus L. Moench] metabolism under salt stress conditions. Saudi Journal of Biological Sciences, 27(11), 3132–3137. https://doi.org/10.1016/J.SJBS.2020.08.005
7. Alzahrani, Y., Kuşvuran, A., Alharby, H. F., Kuşvuran, S., & Rady, M. M. (2018). The defensive role of silicon in wheat against stress conditions induced by drought, salinity or cadmium. Ecotoxicology and Environmental Safety, 154, 187–196. https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2018.02.057
8. Amira, S. S., Souad, A. E. feky, & Essam, D. (2015). Alleviation of salt stress on Moringa peregrina using foliar application of nanofertilizers. Journal of Horticulture and Forestry, 7(2), 36–47. https://doi.org/10.5897/JHF2014.0379
9. Ashraf, M., & Foolad, M. R. (2007). Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. Environmental and Experimental Botany, 59(2), 206–216. https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2005.12.006
10. Assaha, D. V. M., Liu, L., Mekawy, A. M. M., Ueda, A., Nagaoka, T., & Saneoka, H. (2015). Effect of salt stress on Na accumulation, antioxidant enzyme activities and activity of cell wall peroxidase of huckleberry (Solanum scabrum) and eggplant (Solanum melongena). International Journal of Agriculture and Biology, 17(6), 1149–1156. https://doi.org/10.17957/IJAB/15.0052
11. Demiral, T., & Türkan, I. (2005). Comparative lipid peroxidation, antioxidant defense systems and proline content in roots of two rice cultivars differing in salt tolerance. Environmental and Experimental Botany, 53(3), 247–257. https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2004.03.017
12. Etesami, H., Fatemi, H., & Rizwan, M. (2021). Interactions of nanoparticles and salinity stress at physiological, biochemical and molecular levels in plants: A review. Ecotoxicology and Environmental Safety, 225, 112769. https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2021.112769
13. Faizan, M., Bhat, J. A., Hessini, K., Yu, F., & Ahmad, P. (2021). Zinc oxide nanoparticles alleviates the adverse effects of cadmium stress on Oryza sativa via modulation of the photosynthesis and antioxidant defense system. Ecotoxicology and Environmental Safety, 220, 112401. https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2021.112401
14. Fathi, A., Zahedi, M., Torabian, S., & Khoshgoftar, A. (2017). Response of wheat genotypes to foliar spray of ZnO and Fe2O3 nanoparticles under salt stress. Http://Dx.Doi.Org/10.1080/01904167.2016.1262418, 40(10), 1376–1385. https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1262418

15. Fita, A., Rodríguez-Burruezo, A., Boscaiu, M., Prohens, J., & Vicente, O. (2015). Breeding and domesticating crops adapted to drought and salinity: A new paradigm for increasing food production. Frontiers in Plant Science, 6(NOVEMBER), 978. https://doi.org/10.3389/FPLS.2015.00978/BIBTEX
16. Galal, A. (2019). Exogenous application of zinc mitigates the deleterious effects in eggplant grown under salinity stress. Https://Doi.Org/10.1080/01904167.2019.1584221, 42(8), 915–927. https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1584221
17. Gill, S. S., & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry : PPB, 48(12), 909–930. https://doi.org/10.1016/J.PLAPHY.2010.08.016
18. Gupta, B., & Huang, B. (2014). Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, biochemical, and molecular characterization. International Journal of Genomics, 2014. https://doi.org/10.1155/2014/701596
19. H, U. (2017). Physiological impact of Zinc nanoparticle on germination of rice (Oryza sativa L) seed. Journal of Plant Science and Phytopathology, 1(2), 062–070. https://doi.org/10.29328/JOURNAL.JPSP.1001008
20. Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Zulfiqar, F., Raza, A., Mohsin, S. M., Al Mahmud, J., Fujita, M., & Fotopoulos, V. (2020). Reactive Oxygen Species and Antioxidant Defense in Plants under Abiotic Stress: Revisiting the Crucial Role of a Universal Defense Regulator. Antioxidants, 9(8), 1–52. https://doi.org/10.3390/ANTIOX9080681
21. Hasanuzzaman, M., Borhannuddin Bhuyan, M. H. M., Anee, T. I., Parvin, K., Nahar, K., Al Mahmud, J., & Fujita, M. (2019). Regulation of Ascorbate-Glutathione Pathway in Mitigating Oxidative Damage in Plants under Abiotic Stress. Antioxidants, 8(9). https://doi.org/10.3390/ANTIOX8090384
22. Hasanuzzaman, M., Hossain, M. A., & Fujita, M. (2012). Exogenous selenium pretreatment protects rapeseed seedlings from cadmium-induced oxidative stress by upregulating antioxidant defense and methylglyoxal detoxification systems. Biological Trace Element Research, 149(2), 248–261. https://doi.org/10.1007/S12011-012-9419-4
23. Heikal, Y. M., El-Esawi, M. A., El-Ballat, E. M., & Abdel-Aziz, H. M. M. (2021). Applications of nanoparticles for mitigating salinity and drought stress in plants: an overview on the physiological, biochemical and molecular genetic aspects. https://doi.org/10.1080/01140671.2021.2016870
24. Heikal, Y. M., El-Esawi, M. A., El-Ballat, E. M., & Abdel-Aziz, H. M. M. (2022). Applications of nanoparticles for mitigating salinity and drought stress in plants: an overview on the physiological, biochemical and molecular genetic aspects. Https://Doi.Org/10.1080/01140671.2021.2016870, 1–31. https://doi.org/10.1080/01140671.2021.2016870
25. Hou, Q., Ufer, G., & Bartels, D. (2016). Lipid signalling in plant responses to abiotic stress. Plant, Cell & Environment, 39(5), 1029–1048. https://doi.org/10.1111/PCE.12666
26. Hussein, M. M., & Abou-Baker, N. H. (2018). The contribution of nano-zinc to alleviate salinity stress on cotton plants. Royal Society Open Science, 5(8). https://doi.org/10.1098/RSOS.171809
27. Jia, J., Bai, J., Wang, W., Yin, S., Zhang, G., Zhao, Q., Wang, X., Liu, X., & Cui, B. (2020). Salt stress alters the short-term responses of nitrous oxide emissions to the nitrogen addition in salt-affected coastal soils. Science of The Total Environment, 742, 140124. https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.140124
28. Khush, G. S. (2005). What it will take to Feed 5.0 Billion Rice consumers in 2030. Plant Molecular Biology 2005 59:1, 59(1), 1–6. https://doi.org/10.1007/S11103-005-2159-5

29. Läuchli, A., & Grattan, S. R. (2007). Plant Growth And Development Under Salinity Stress. Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops, 1–32. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5578-2_1
30. Li, J., Hu, J., Xiao, L., Gan, Q., & Wang, Y. (2017). Physiological Effects and Fluorescence Labeling of Magnetic Iron Oxide Nanoparticles on Citrus (Citrus reticulata) Seedlings. Water, Air, and Soil Pollution, 228(1), 1–9. https://doi.org/10.1007/S11270-016-3237-9/FIGURES/6
31. Li, Z., Zhu, L., Zhao, F., Li, J., Zhang, X., Kong, X., Wu, H., & Zhang, Z. (2022). Plant Salinity Stress Response and Nano-Enabled Plant Salt Tolerance. Frontiers in Plant Science, 0, 714. https://doi.org/10.3389/FPLS.2022.843994
32. Liu, J., Shabala, S., Shabala, L., Zhou, M., Meinke, H., Venkataraman, G., Chen, Z., Zeng, F., & Zhao, Q. (2019). Tissue-Specific Regulation of Na+ and K+ Transporters Explains Genotypic Differences in Salinity Stress Tolerance in Rice. Frontiers in Plant Science, 10, 1361. https://doi.org/10.3389/FPLS.2019.01361/BIBTEX
33. Meloni, D. A., Oliva, M. A., Martinez, C. A., & Cambraia, J. (2003). Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. Environmental and Experimental Botany, 49(1), 69–76. https://doi.org/10.1016/S0098-8472(02)00058-8
34. Mignolet-Spruyt, L., Xu, E., Idänheimo, N., Hoeberichts, F. A., Mühlenbock, P., Brosche, M., Van Breusegem, F., & Kangasjärvi, J. (2016). Spreading the news: subcellular and organellar reactive oxygen species production and signalling. Journal of Experimental Botany, 67(13), 3831–3844. https://doi.org/10.1093/JXB/ERW080
35. Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science, 7(9), 405–410. https://doi.org/10.1016/S1360-1385(02)02312-9
36. Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of Salinity Tolerance. Http://Dx.Doi.Org/10.1146/Annurev.Arplant.59.032607.092911, 59, 651–681. https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ARPLANT.59.032607.092911
37. Noohpisheh, Z., Amiri, H., Mohammadi, A., & Farhadi, S. (2021). Effect of the foliar application of zinc oxide nanoparticles on some biochemical and physiological parameters of Trigonella foenum-graecum under salinity stress. Plant Biosystems, 155(2), 267–280. https://doi.org/10.1080/11263504.2020.1739160
38. Okuma, E., Murakami, Y., Shimoishi, Y., Tada, M., & Murata, Y. (2011). Effects of exogenous application of proline and betaine on the growth of tobacco cultured cells under saline conditions. Http://Dx.Doi.Org/10.1080/00380768.2004.10408608, 50(8), 1301–1305. https://doi.org/10.1080/00380768.2004.10408608
39. Pan, J., Peng, F., Xue, X., You, Q., Zhang, W., Wang, T., & Huang, C. (2019). The Growth Promotion of Two Salt-Tolerant Plant Groups with PGPR Inoculation: A Meta-Analysis. Sustainability 2019, Vol. 11, Page 378, 11(2), 378. https://doi.org/10.3390/SU11020378
40. Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P., & Prasad, S. M. (2015). Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. Environmental Science and Pollution Research, 22(6), 4056–4075. https://doi.org/10.1007/S11356-014-3739-1/FIGURES/4
41. Petridis, A., Therios, I., Samouris, G., & Tananaki, C. (2012). Salinity-induced changes in phenolic compounds in leaves and roots of four olive cultivars (Olea europaea L.) and their relationship to antioxidant activity. Environmental and Experimental Botany, 79, 37–43. https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2012.01.007
42. Raja, V., Majeed, U., Kang, H., Andrabi, K. I., & John, R. (2017). Abiotic stress: Interplay between ROS, hormones and MAPKs. Environmental and Experimental Botany, 137, 142–157. https://doi.org/10.1016/J.ENVEXPBOT.2017.02.010

43. Rajput, V. D., Chen, Y., & Ayup, M. (2015). Effects of high salinity on physiological and anatomical indices in the early stages of Populus euphratica growth. Russian Journal of Plant Physiology 2015 62:2, 62(2), 229–236. https://doi.org/10.1134/S1021443715020168
44. Rajput, Vishnu D., Minkina, T. M., Behal, A., Sushkova, S. N., Mandzhieva, S., Singh, R., Gorovtsov, A., Tsitsuashvili, V. S., Purvis, W. O., Ghazaryan, K. A., & Movsesyan, H. S. (2018). Effects of zinc-oxide nanoparticles on soil, plants, animals and soil organisms: A review. Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management, 9, 76–84. https://doi.org/10.1016/J.ENMM.2017.12.006
45. Rameshraddy, Pavithra, G. J., Rajashekar Reddy, B. H., Salimath, M., Geetha, K. N., & Shankar, A. G. (2017). Zinc oxide nano particles increases Zn uptake, translocation in rice with positive effect on growth, yield and moisture stress tolerance. Indian Journal of Plant Physiology, 22(3), 287–294. https://doi.org/10.1007/S40502-017-0303-2
46. Reddy, I. N. B. L., Kim, B. K., Yoon, I. S., Kim, K. H., & Kwon, T. R. (2017). Salt Tolerance in Rice: Focus on Mechanisms and Approaches. Rice Science, 24(3), 123–144. https://doi.org/10.1016/J.RSCI.2016.09.004
47. Rizwan, M., Ali, S., Zia ur Rehman, M., Adrees, M., Arshad, M., Qayyum, M. F., Ali, L., Hussain, A., Chatha, S. A. S., & Imran, M. (2019). Alleviation of cadmium accumulation in maize (Zea mays L.) by foliar spray of zinc oxide nanoparticles and biochar to contaminated soil. Environmental Pollution, 248, 358–367. https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2019.02.031
48. Saha, S., Chakraborty, M., Sarkar, D., Batabyal, K., Mandal, B., Murmu, S., Padhan, D., Hazra, G. C., & Bell, R. W. (2017). Rescheduling zinc fertilization and cultivar choice improve zinc sequestration and its bioavailability in wheat grains and flour. Field Crops Research, 200, 10–17. https://doi.org/10.1016/J.FCR.2016.09.006
49. Saleh, J., Maftoun, M., Safarzadeh, S., & Gholami, A. (2009). Growth, Mineral Composition, and Biochemical Changes of Broad Bean as Affected by Sodium Chloride and Zinc Levels and Sources. Http://Dx.Doi.Org/10.1080/00103620903261619, 40(19–20), 3046–3060. https://doi.org/10.1080/00103620903261619
50. Sharma, P., Jha, A. B., Dubey, R. S., & Pessarakli, M. (2012). Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions. Journal of Botany, 2012, 1–26. https://doi.org/10.1155/2012/217037
51. Singh, A., Kumar, A., Yadav, S., & Singh, I. K. (2019). Reactive oxygen species-mediated signaling during abiotic stress. Plant Gene, 18. https://doi.org/10.1016/J.PLGENE.2019.100173
52. Singh, P., Arif, Y., Siddiqui, H., Sami, F., Zaidi, R., Azam, A., Alam, P., & Hayat, S. (2021). Nanoparticles enhances the salinity toxicity tolerance in Linum usitatissimum L. by modulating the antioxidative enzymes, photosynthetic efficiency, redox status and cellular damage. Ecotoxicology and Environmental Safety, 213, 112020. https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2021.112020
53. Slama, I., Abdelly, C., Bouchereau, A., Flowers, T., & Savouré, A. (2015). Diversity, distribution and roles of osmoprotective compounds accumulated in halophytes under abiotic stress. Annals of Botany, 115(3), 433. https://doi.org/10.1093/AOB/MCU239
54. Srivastav, A., Ganjewala, D., Singhal, R. K., Rajput, V. D., Minkina, T., Voloshina, M., Srivastava, S., & Shrivastava, M. (2021). Effect of ZnO Nanoparticles on Growth and Biochemical Responses of Wheat and Maize. Plants 2021, Vol. 10, Page 2556, 10(12), 2556. https://doi.org/10.3390/PLANTS10122556
55. Tang, X., Mu, X., Shao, H., Wang, H., & Brestic, M. (2015). Global plant-responding mechanisms to salt stress: physiological and molecular levels and implications in

biotechnology. Critical Reviews in Biotechnology, 35(4), 425–437. https://doi.org/10.3109/07388551.2014.889080
56. Tavakkoli, E., Rengasamy, P., & McDonald, G. K. (2010). High concentrations of Na+ and Cl– ions in soil solution have simultaneous detrimental effects on growth of faba bean under salinity stress. Journal of Experimental Botany, 61(15), 4449–4459. https://doi.org/10.1093/JXB/ERQ251
57. Tavallali, V. (2016). The effectiveness of zinc in alleviating salinity stress on pistachio seedlings. Fruits, 71(6), 433–445. https://doi.org/10.1051/FRUITS/2016034
58. Torabian, S., Zahedi, M., & Khoshgoftar, A. H. (2016). Effects of foliar spray of two kinds of zinc oxide on the growth and ion concentration of sunflower cultivars under salt stress. Http://Dx.Doi.Org/10.1080/01904167.2015.1009107, 39(2), 172–180. https://doi.org/10.1080/01904167.2015.1009107
59. Venkatachalam, P., Priyanka, N., Manikandan, K., Ganeshbabu, I., Indiraarulselvi, P., Geetha, N., Muralikrishna, K., Bhattacharya, R. C., Tiwari, M., Sharma, N., & Sahi, S. V. (2017). Enhanced plant growth promoting role of phycomolecules coated zinc oxide nanoparticles with P supplementation in cotton (Gossypium hirsutum L.). Plant Physiology and Biochemistry, 110, 118–127. https://doi.org/10.1016/J.PLAPHY.2016.09.004
60. Vissenberg, K., Claeijs, N., Balcerowicz, D., & Schoenaers, S. (2020). Hormonal regulation of root hair growth and responses to the environment in Arabidopsis. Journal of Experimental Botany, 71(8), 2412–2427. https://doi.org/10.1093/JXB/ERAA048
61. Wang, T., Song, H., Zhang, B., Lu, Q., Liu, Z., Zhang, S., Guo, R., Wang, C., Zhao, Z., Liu, J., & Peng, R. (2018). Genome-wide identification, characterization, and expression analysis of superoxide dismutase (SOD) genes in foxtail millet (Setaria italica L.). 3 Biotech 2018 8:12, 8(12), 1–11. https://doi.org/10.1007/S13205-018-1502-X
62. Waqas Mazhar, M., Ishtiaq Id, M., Hussain Id, I., Parveen, A., Bhatti, K. H., Azeem, M., Thind, S., Ajaib, M., Maqbool, M., Sardar, T., Muzammilid, K., & Nasir, N. (2022). Seed nano-priming with Zinc Oxide nanoparticles in rice mitigates drought and enhances agronomic profile. PLOS ONE, 17(3), e0264967. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0264967
63. Welch, R. M. (2002). The impact of mineral nutrients in food crops on global human health. Plant and Soil, 247(1), 83–90. https://doi.org/10.1023/A:1021140122921
64. Xuan, T. D., & Khang, D. T. (2018). Effects of Exogenous Application of Protocatechuic Acid and Vanillic Acid to Chlorophylls, Phenolics and Antioxidant Enzymes of Rice (Oryza sativa L.) in Submergence. Molecules (Basel, Switzerland), 23(3). https://doi.org/10.3390/MOLECULES23030620
65. Yang, G., Yuan, H., Ji, H., Liu, H., Zhang, Y., Wang, G., Chen, L., & Guo, Z. (2021). Effect of ZnO nanoparticles on the productivity, Zn biofortification, and nutritional quality of rice in a life cycle study. Plant Physiology and Biochemistry, 163, 87–94. https://doi.org/10.1016/J.PLAPHY.2021.03.053
66. Yasmin, H., Mazher, J., Azmat, A., Nosheen, A., Naz, R., Hassan, M. N., Noureldeen, A., & Ahmad, P. (2021). Combined application of zinc oxide nanoparticles and biofertilizer to induce salt resistance in safflower by regulating ion homeostasis and antioxidant defence responses. Ecotoxicology and Environmental Safety, 218, 112262. https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2021.112262
67. Yasmin, H., Naeem, S., Bakhtawar, M., Jabeen, Z., Nosheen, A., Naz, R., Keyani, R., Mumtaz, S., & Hassan, M. N. (2020a). Halotolerant rhizobacteria Pseudomonas pseudoalcaligenes and Bacillus subtilis mediate systemic tolerance in hydroponically grown soybean (Glycine max L.) against salinity stress. PLOS ONE, 15(4), e0231348. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0231348

68. Yasmin, H., Naeem, S., Bakhtawar, M., Jabeen, Z., Nosheen, A., Naz, R., Keyani, R., Mumtaz, S., & Hassan, M. N. (2020b). Halotolerant rhizobacteria Pseudomonas pseudoalcaligenes and Bacillus subtilis mediate systemic tolerance in hydroponically grown soybean (Glycine max L.) against salinity stress. PLOS ONE, 15(4), e0231348. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0231348
69. Yasmin, H., Naz, R., Nosheen, A., Hassan, M. N., Ilyas, N., Sajjad, M., Anjum, S., Gao, X., & Geng, Z. (2020). Identification of New Biocontrol Agent against Charcoal Rot Disease Caused by Macrophomina phaseolina in Soybean (Glycine max L.). Sustainability 2020, Vol. 12, Page 6856, 12(17), 6856. https://doi.org/10.3390/SU12176856
70. Zhu, J. K. (2003). SALT AND DROUGHT STRESS SIGNAL TRANSDUCTION IN PLANTS. Http://Dx.Doi.Org/10.1146/Annurev.Arplant.53.091401.143329, 53, 247–273. https://doi.org/10.1146/ANNUREV.ARPLANT.53.091401.143329
71. Zhu, J. K. (2016). Abiotic Stress Signaling and Responses in Plants. Cell, 167(2), 313–324. https://doi.org/10.1016/J.CELL.2016.08.029

ROLE OF NANOFERTILIZER FOR SUSTAINABLE HORTICULTURE CROP PRODUCTION

Divya Pandey[1] and Shipra Singh Parmar[2], Abhishek Singh[3], Vishnu D Rajput[4], Awani Kumar Singh[5], Alok Kumar Singh[6]

[1]Department of Fruit Science, [2]-Department of Vegetable Science, Dr YS Parmar University of Horticulture and Forestry, Nauni, Solan-173230 (H.P.)

[3]Department of Agricultural Biotechnology Sardar Vallabhbhai Patel University of Agriculture and Technology, Meerut, India

[4]Academy of Biology and Biotechnology, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

[5]Centre for Protected Cultivation and Technology, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India

[6]College of Agriculture, Acharya Narendra Dev, University of Agriculture and Technology, Kumarganj, Ayodhya, UP, India

Corresponding author: shipraparmar690@gmail.com, intmsc.abhi@gmail.com

Abstract. The most contributory factor to environmental degradation and climatic change has been the leaching and emission of gaseous substances that result from the depletion of nutrients in agricultural land. Exploring new potential sources of nutrients and making adjustments to existing ones are both necessary steps in the direction of achieving long-term sustainability in crop production. An interdisciplinary discipline that aims for novelty, high growth, and major broad repercussions, nanotechnology has emerged as the sixth breakthrough technology following the Green Revolution and the biotechnology revolutions of the 1960s and 1990s. It is very important for the growth of agriculture, especially fertilization programmes, to make use of nanotechnology since nano fertilizers are a more effective alternative to conventional fertilizers. Utilizing nano fertilizers results in increased crop blossoming, growth, yield, quality, and postharvest life in horticulture. It is without a doubt that the successful application of nano fertilizers will set off a revolution in the industry of fertilizers, as well as provide a solution to the problem of food insecurity in developing nations.

Keywords: Nanotechnology, biotechnology, nano-fertilizers, green revolution, horticulture.

Introduction

Climate change has a detrimental effect on crops and food production worldwide. Additionally, the global population continues to grow at a faster rate than food and agricultural production. As a consequence of this, there is an immediate requirement for a solution that can

simultaneously enhance the quality and quantity of fruit crops while also ensuring that there is sufficient food for every person in the world. In addition to this, in order to assure the adequate supply of food and nutrients for an expanding economy, as well as changes in eating preferences and the prevalence of fruits in urban diet cultures, the need for fruit crops has risen significantly in recent years (Singh and Kalia 2019). Intensive farming practices that have been introduced and refined since the beginning of the green revolution have been labelled untenable when it comes to increasing crop yield. It's because the effectiveness of chemical substances like inorganic fertilizer has continuously been less than 30%. As a result of the growth in the percentage of pollution in various agricultural goods, the deterioration of agricultural soils, the decline in agricultural output, and the resulting losses to the national economy, the percentage of pollution in agricultural products has increased. Due to the necessity of employing various methods aimed at increasing the total amount of food produced while also increasing the productive efficiency of the cultivated area and increasing the return from the agricultural process, it was necessary to employ alternative methods, including nanotechnology, the most significant of which are Nano fertilizers (Al-hachami and Alwari, 2020, kashyap et al. 2015). After the Green and Biotechnology Revolutions of the 1960s and 1990s, Nanotechnology (NT) is the sixth technological breakthrough. It has evolved as a multidisciplinary approach with an emphasis on innovation, rapid growth, and broad implications (Mishra et al. 2016). Greek word 'Nano' means dwarf. The term denotes a particle size dimension relative to one metre split into a billion parts i.e., collecting two hydrogen atoms equals approximately a micrometre (Mustafa and Zaied 2019). The corresponding scale is often referred to as the nanometer scale or Nano-scale. Nano fertilizers improve nitrogen utilization efficiency while reducing fertilizer application frequency, lowering soil toxic effects and other potential negative outcomes linked with excessive chemical use (Qureshi et al. 2018). Sustainable horticultural production can be improved by using nano fertilizers, as this article explains.

Nano-fertilizer: Enhancing Crops' Potential to Make Better Use of Their Nutrients

The application of irrigation and fertilizers are two key approaches that have a significant impact on plant growth and, as a result, plant output. Effective fertilizer usage is critical for increasing productivity (Singh and Kalia 2019). Crop productivity is reduced in nutrient-depleted conditions, and hence optimizing fruit yield and quality needs proper orchard nutrition management (Carranca et al. 2018). Nano-fertilizers are being developed as prospective horticultural inputs to improve growth, production, and quality indices (Davarpanah et al. 2016; Kim et al. 2018). These fertilizers have a higher nutrient use efficiency, which reduces fertilizer waste and stimulates environmental protection by lowering cultivation costs and the work necessary to reclaim polluted zones (Liu and Lal 2015, 2016; Singh et al. 2017; Qureshi et al. 2018). Nanostructured fertilizers can help plants get the nutrients they need more efficiently by delivering them to specific parts of the plant and releasing them at a slow or controlled rate in response to changes in the environment and biological needs. A nanoparticle system is designed to distribute nutrients in a controlled sequence in accordance with crop needs and development stages, allowing for the development of nutrient use efficiency without adverse effects. (Roshdy and Refaai, 2016). According to Subramanian et al. (2015), nanomaterials fertilizers make nutrients more accessible to crops for extended periods of time than conventional fertilizers, resulting in greater nutrient conversion efficiency and less mineral leaching into the environment.

Application of Nano-Fertilizers on Horticultural Crops for Yield and Quality Traits

Under nutrient-deficient conditions, horticultural crops, particularly fruit trees, produce much less fruit, as well as lower quality characteristics, shorter storage life and diminished resale value (Li et al. 2016; Tanou et al. 2017). Foliage production and productivity can be improved by applying nano-scale nutrients such as micronutrients. Even non-nutrient designed nanoparticles like metal/non-metal oxides and noble metal NPs can be classified as nano-fertilizers if they alter

the host plant metabolism, increasing the rate of photosynthesis, biomass, and productivity. Nano fertilizer increases floral growth, pollination, and fertility, leading to higher fruit yield and quality (Zagzog and Gad, 2017). Mango tree spraying with Nano zinc resulted in improved fruit weight and number, increased yield, increased chlorophyll and carotene content in the leaves and raised the percentage of elements N, P, K, and Zn (Zagzog and Gad, 2017). The use of Nano fertilizer on apple trees was evaluated in an experiment where trees were sprayed with Nano calcium 70 days after full bloom to 30 days before commercial maturity. It was discovered that spraying with Nano fertilizer improved the quality of the tree's fruits, increased the amount of fruits in the tree, enhanced the ratio of T.S.S., increased the maturity index, total sugars and total phenols, and increased the fruit yield (Ranjbar et al. 2020). Spraying palm plants with Nano Zn, Fe, Mn, and B increased the leaf area, total chlorophyll, carotenoids, N, P, K content, reduced precipitation, increased fruit weight and therefore increased production (EI Sayed,2018). The Nano zinc chelate (500mg/kg) treatment improved all vegetative growth (shoot length, shoot diameter and leaf area) and also increased the yield/vine of grapes. In addition, Protein, ascorbic acid, iron, and potassium peroxidase activity, as well as anthocyanin, flavonoid, titratable acid, catalase, and guaiacol peroxidase activity, increased considerably in response to nano Zn chelate treatment (Mahdavi et al. 2022). Because Fe plays a vital role in photosynthates accumulation and translocation, El-Desouky et al. 2021 found that Nano-Fe fertilization is more efficient than regular and chelated-Fe fertilization at improving tomato plant growth parameters and metabolic activities across growing seasons. Nano-Fe increased tomato yield by 11% in comparison to traditional and chelated-Fe fertilizers. As a result, the profitability of tomato farmers was greatly improved. Table 1 summarizes recent developments in the field of nano-fertilizer research. Rossi et al. (2019) found that the use of nanoparticles of zinc oxide at 10 parts per million (ppm) in coffee plants increased the net photosynthetic rate by up to 55 % while also improving ripening and fruit quality.

In a similar vein, the application of nano iron chelate at a concentration of 2000 parts per million (ppm) improved the leaf area, chlorophyll content, catalase enzyme activity, and total soluble solids, ascorbic acid, and total phenol levels in quince (Rahemi et al. 2019). Abdulhameed et al. (2021) examined the effect of NPK nano-fertilizers along with commercial iron, zinc, and CeO2 nanoparticles on the growth and yield of cabbage. They discovered that when cabbage was fertilized with NPK + CeO2 Nanoparticles within 75 days, the average head weight increased three times more than the control.

Application of Nano-Fertilizers on Horticultural Crops for Abiotic Stress

Drought, flooding, heat, salinity, alkalinity, and nutrient toxicity/deficiencies are all studied as key abiotic stress factors that limit the growth of plants and performance. The precise concentrations of nano-fertilizers can help keep oxidative stress under control while also inducing defensive mechanisms by activating resistance genes, defense proteins, metabolites, and antioxidants (Juárez et al. 2019; Van Aken 2015). Foliar treatment of selenium nanoparticles (SeNPs) @ 10–20 ppm in strawberry fields reduces salt stress by activating the salt tolerance mechanism and boosting productivity. It also elevated free proline levels and improved photosynthetic pigments such as chlorophyll a and b by 12.19 and 40.47%, respectively (Zahedi et al. 2020). Drought stress causes fruit breaking in pomegranates, which can be decreased by spraying Se-NPs at 1 and 2 M. In vitro performance of strawberry plantlets was significantly affected by the treatment of iron nanoparticles (Fe-NPs) and salicylic acid in *Fragaria ananassa* Duch. cv. Queen Elisa cuttings (Mozafari et al. 2018). Elsheery et al (2020) recommended that a combination of 100 mg/L nZnO and 150 mg/L nSi improves mango tree resistance, annual crop load, and fruit quality under salinity conditions. Spraying pepper plants with Nano-chelate Super Plus ZFM and Lithovit®- Standard reduced salt stress by enhancing nutrient uptake, cell membrane stability, and photosynthetic pigments (Sajyan et al. 2020).

Table 1. Impact of nano fertilizers on horticultural crops

Nanofertilizers	Crop	Concentration	Effect	References
Nanocalcium	Apple cv. 'Red Delicious'	2000ppm	Increased Fruit weight, density and length	Ranjbar et al. (2020)
Nanopowder potassium sulfate	Grapevines cv. 'Crimson Seedless' (*V. vinifera*)	150–200 g /vine	Higher leaf area, chlorophyll content, Cluster weight, length, width, berry weight, berry diameter, nutrient uptake and yield	Shalan (2020)
Nano potassium	Brinjal	1.5g/L	Improved vegetative parameters (plant height, leaf area, dry weight, iron and zinc content	Al-Fahdawi and Allawi, (2019)
Nanoboron	Mango cv. Keitte	10 ml L−1	Increased Fruit setting, fruit retention, number of fruits and yield per tree Improve the chemical components	Farouk et al. (2019)
nano NPK	Cucumber	Foliar application of liquid (6mL and 9mL/plant	Increased plant height, number of leaves/plant, TSS, firmness of fruits	Merghany et al. (2019)
Iron nanoparticle Foliar	Strawberry cv. 'Queen Elisa'	800 ppm	All growth parameters improved, Increased pigment content, Leaf relative water content, and iron and potassium contents of the mature plants	Mozafari et al. (2018)
Selenium nanoparticles (N-Se) F	Pomegranate cv. 'Malase Saveh' (*P. granatum*)	2 µM	Increased Number of fruits/trees, fruit diameter (1.08–1.10%) and yield (1.17–1.16%)	Zahedi et al. (2019b)
Lithovit nano ferilizer	Okra	0.75g/L	Increased plant height, no.of leaves, number of pods per plant and total yield.	El-Hamd and Abd-Elwahed, 2017
zinc oxide nanoparticles	Tomato	20mg/mL	Increased biomass accumulation and improved growth.	Panwar et al. (2017)

Conclusion

New measures are urgently required to close the gap between food production and demand. By improving nutrient management in modern agriculture and increasing the storage capacity of fruits, the use of Nano applications on fruits and vegetables contributes very effectively to improving the quality of products and increasing the productivity of crops, as well as increasing the storage capacity of fruits, as it has been observed that the use of Nano fertiliser conserves the soil. The usage of NFs such as nitrogen, boron, zinc, zinc oxide, chelated iron and its compounds, and chitosan has been shown to have positive impacts on a variety of crops. Some of these crops include mango, strawberry, cabbage, tomato, pomegranate, capsicum, and grapes. The prospective usage of nano fertilizers will undoubtedly spark a revolt inside the fertiliser industry, addressing the issue of food insecurity in underdeveloped countries.

References

1. Abdulhameed M.F., Taha A.A., Ismail R.A. Improvement of cabbage growth and yield by nanofertilizers and nanoparticles // Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management. 2021. T.1.V.15.P.100437.
2. Carranca C., Brunetto G., Tagliavini M. Nitrogen nutrition of fruit trees to reconcile productivity and environmental concerns// Plants. 2018. V.7.P.4.
3. Davarpanah S., Tehranifar A., Davarynejad G. Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality//Scientia Horticulture. 2016. V.210.P.57–64.
4. El-Desouky H.S., Islam K.R., Bergefurd B., Gao G., Harker T., Abd-El-Dayem H., Ismail F., Mady M. and Zewail R.M. Nano iron fertilization significantly increases tomato yield by increasing plants' vegetable growth and photosynthetic efficiency//Journal of Plant Nutrition. 2021.T.7.V.44(11).P.1649-63.
5. El-Sayed E.M. (2018). Effect of spraying some micronutrients via normal versus nano technology on fruiting of Sakkoti date palms//Research.2018.V.10.P. 39-43.
6. Farouk H.A., Ahmed M.M.A.A., Ahmed Y.M., Mohamed A.Z. Mango trees to spray boron prepared by nanotechnology technique //New York Science Journal. 2019. 12:46–53.
7. Juárez A., Ortega-Ortíz H., Morales-Díaz A.B., González-Morales S., Morelos-Moreno Á., Sandoval-Rangel A. and Benavides-Mendoza A. Nanoparticles and nanomaterials as plant biostimulants//Int J Mol Sci. 2019. 20:162. https://doi.org/10.3390/ijms20010162
8. Kashyap P.L., Xiang X. and Heiden P. Chitosan nanoparticle based delivery systems for sustainable agriculture//Int J Biol Macromol. 2015. 02.039. http://dx.doi.org/ 10.1016/j.ijbiomac.
9. Kim D.Y., Kadam A. and Shinde S. Recent developments in nanotechnology transforming the agricultural sector: a transition replete with opportunities//J Sci Food Agric. 2018. 98:849–864. https://doi.org/10.1002/jsfa.8749.
10. Li P., Du Y. and Huang L. Nanotechnology promotes the R&D of new-generation micronutrient foliar fertilizers//RSC Adv 2016. 6:69465–69478. https://doi.org/10.1039/ C6RA09428G.
11. Liu R. and Lal R. Nanofertilizers//Encycl Soil Sci. 2016. 3rd edn: 1511–1515. https://doi.org/10.1081/ e-ess3-120053199.
12. Mahdav S., Karimi R. and Goudarzi A.V. Effect of nano zinc oxide, nano zinc chelate and zinc sulfate on vineyard soil Zn- availability and grapevines (*Vitis vinifera* L.) yield and quality//Journal of Plant Nutrition. 2022. DOI: 10.1080/01904167.2022.2046081

13. Mishra S., Keswani C. and Singh A. Microbial nanoformulation: exploring potential for coherent nano-farming//In: Gupta VK *et al*. (eds) The handbook of microbial 2016. pp 107–120.
14. Mozafari A.A., Havas F. and Ghaderi N. Application of iron nanoparticles and salicylic acid in in vitro culture of strawberries (*Fragaria× ananassa* Duch.) to cope with drought stress//Pl Cel Tis and Org Cul. 2018. 132:511–523. https://doi.org/10.1007/s1124 0-017-1347-8.
15. Mustafa N.S.and Zaid N.S. Nano-technology applications in fruit trees orchards//JIPBS. 2019. 6 (3):36-45.
16. Qureshi A., Singh D.K., Dwivedi S. Nano-fertilizers: a novel way for enhancing nutrient use efficiency and crop productivity//Int J Curr Microbiol App Sci. 2018. 7:3325–3335. https://doi.org/10. 20546/ijcmas.2018.702.398.
17. Rahemi M., Gharechahi S.R. and Sedaghat S. The application of nano-iron chelate and iron chelate to soil and as foliar application: treatments against chlorosis and fruit quality in quince//Int J of Fruit Sci. 2019. https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1628684.
18. Rahemi M., Gharechahi S.R. and Sedaghat S. The application of nano-iron chelate and iron chelate to soil and as foliar application: treatments against chlorosis and fruit quality in quince//Int J of Fruit Sci. 2019. https://doi.org/10.1080/15538362.2019.1628684.
19. Ranjbar S., Ramezanian A. and Rahemi M. Nano-calcium and its potential to improve 'Red Delicious' apple fruit characteristics//Hort, Env, and Biotech. 2020. 61:23–30. https://doi.org/10.1007/s1358 0-019-00168-y.
20. Roshdy K.A. and Refaai M.M. Efect of nanotechnology fertilization on growth and fruiting of Zaghloul date palms//J of Pl Produ. 2016.7:93–98. https://doi.org/10.21608/jpp.2016.43478.
21. Rossi L., Fedenia L.N., Sharifan H., Ma X. and Lombardini L. Effects of foliar application of zinc sulfate and zinc nanoparticles in coffee (Cofeaarabica L.) plants//Pl Physiol and Biochem. 2019. 135:160– 166. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2018.12.005.
22. Sajyan T.K., Alturki S.M. and Sassine Y.N. Nano-fertilizers and their impact on vegetables: Contribution of Nano-chelate Super Plus ZFM and Lithovit®-standard to improve salt-tolerance of pepper// Annals of Agricultural Sciences. 2020. 65(02):200-08.
23. Shalan A.M. Fertilization by nano-powder potassium sulfate enhancing production of grapevines cv. Crimson Seedless//J of Pl Produc. 2020. 11:207–213. https://doi.org/10.21608/jpp.2020.79600.
24. Singh G. and Kalia A. Nano-Enabled Technological Interventions for Sustainable Production, Protection, and Storage of Fruit Crops//InNanoscience for Sustainable Agriculture.2019. pp. 299-322. Springer, Cham.
25. Singh M.D., Chirag G., and Prakash P.O.M. Nanofertilizers is a new way to increase nutrients use efficiency in crop production//Int J Agric Sci. 2017. 9:3831–3833.
26. Subramanian K.S., Manikandan A., Thirunavukkarasu M. and Rahale C.S. Nano-fertilizers for balanced crop nutrition. In: Rai M, Ribeiro C, Mattoso L, Duran N (eds) Nanotechnologies in food and agriculture. //Springer International Publishing. 2015. pp 69–80
27. Tanou G., Ziogas V. and Molassiotis A. Foliar nutrition, biostimulants and prime-like dynamics in fruit tree physiology: new insights on an old topic//Front Plant Sci. 2017. 8:1–9. https://doi.org/10. 3389/fpls.2017.00075.
28. Van Aken. Gene expression changes in plants and microorganisms exposed to nanomaterials//Curr Op Biotechnol. 2015. 33:206–219. https://doi.org/10.1016/j.copbio.2015.03.005.

29. Zagzog O.A. and Gad M. Improving growth, flowering, fruiting and resistance of malformation of mango trees using nano-zinc//Middle East J Agric Res.2017. 6:673–681.
30. Zahedi S.M., Hosseini M.S., Meybodi N.D.H. and da Silva J.A.T. Foliar application of selenium and nano-selenium afects pomegranate (*Punica granatum* cv. MalaseSaveh) fruit yield and quality//S African J of Bot. 2019. 124:350–358. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.05.019.
31. Zahedi S.M., Moharrami F., Sarikhani S. and Padervand M. Selenium and silica nanostructure-based recovery of strawberry plants subjected to drought stress//Scientific reports. 2020. 10(1):1-8.

APPLICATION OF SIMPLE SEQUENCE REPEATS (SSR) MARKERS IN CROP IMPROVEMENT

Shipra Singh Parmar[1] and Abhishek Singh[2], Vishnu D Rajput[3], Awani Kumar Singh[4], Santosh Kumar Gupta[5]

[1]Department of Vegetable Science, Dr YS Parmar University of Horticulture and Forestry, Nauni, Solan-173230 (HP)

[3]Department of Agricultural Biotechnology Sardar Vallabhbhai Patel University of Agriculture and Technology, Meerut, India

[4]Academy of Biology and Biotechnology, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

[4]Centre for Protected Cultivation and Technology, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi, India

[5]National Institute of Plant Genome Research, Delhi, India

Corresponding author: shipraparmar690@gmail.com, intmsc.abhi@gmail.com

Abstract. Since the advent of molecular marker technologies in the 1980s, the trajectory of the future of crop improvement has shifted significantly. Molecular markers of many types have been established, and advances in sequencing technologies have aided crop development. Molecular markers are employed in breeding programmes to improve their efficiency and effectiveness. Molecular markers are the most extensively utilized genetic markers, primarily due to their abundance. Simple sequence repeats (SSR) or Microsatellites have been used the most out of all the different kinds of molecular markers because they are easy to multiply with PCR and have a lot of allelic variation at each locus. SSRs are another name for microsatellites. They are usually made up of 1–7 nucleotide repeats. SSR has proven to be the most effective technique for identifying crop varieties, and it has a lot of potential in genetic and breeding research. In comparative mapping and the study of evolutionary processes, these markers are widely used as foundation markers due to the greater degree of replicability they have to species that are closely related to them.

Keywords: Molecular marker, breeding, crop improvement, SSR, nucleotide repeats.

Introduction

In the last few decades, molecular markers have sparked a new revolution in crop development across the entire field of life science and applied science. The traditional approach of plant breeding is a successful field of biological sciences that has been around for centuries. This strategy is based on the selection of genotypes and genetic diversity, which are then utilized to generate the characteristics that are desired or required by farmers and the general public. Traditional breeding approaches, on the other hand, have been successful in developing improved genotypes of various crops; nevertheless, the current progress in molecular breeding has made it possible to accelerate the creation of genotypes in a relatively little amount of time (Nair and Pandey, 2021). It is critical to characterize various germplasm in order to get knowledge about its

genetic diversity, phylogenetic relationships, genome sequencing, and genome barcoding. This is carried out by utilizing molecular marker techniques (Ahmed et al. 2020). Markers are morphological characteristics, biochemical properties, and DNA sequences that can be used to identify cultivars, hybrids, species, genera, or the intended characteristics of those cultivars, hybrids, species, and genera. Environmental circumstances strongly influence phenotypic markers utilized by Gregor Mendel in the 19th century, paving the way for the development of DNA-based markers, also known as molecular markers. Morphological and biochemical markers are examples of traditional markers (Anjum et al.2018). Molecular markers are made up of nucleotide sequences, and the differences between the nucleotide sequences of various individuals can be used to study them (Nadeem et al. 2020). These polymorphisms are caused by insertion, deletion, point mutations, duplication, and translocation, but they do not often change how genes work. A perfect DNA marker would be co-dominant, evenly distributed throughout the genome, highly reproducible, and capable of detecting a higher level of polymorphism than is now available. Molecular markers have evolved into a variety of systems that are based on a variety of polymorphism-detection techniques and procedures such as RFLP, AFLP, RAPD, SSR, SNP etc (Bangarwa,2021). Restriction fragment length polymorphism (RFLP) relies on restriction site modifications in the target DNA and subsequent hybridization with probe DNA. Random amplified polymorphic DNA (RAPD), Sequence characterized amplified region (SCAR), and Sequence tagged sites (STS) are based on mutation at the primer annealing site in the target DNA, and SSRs are automatable, have locus identification, and are multi-allelic, making them ideal for genetic testing. SSRs, in particular, have proven to be quite effective for crop improvement (John and Redddy, 2018).

Simple Sequence Repeats (SSR) Markers

These are also known as microsatellites, variable number tandem repeats (VNTRs) and short tandem repeats (STRs) (Ramesh et al. 2020) and are the smallest category of simple repeating DNA sequences. SSRs, also known as microsatellites, are tandem repetitions of 2-8nt units of DNA that have been found in every genome that has been investigated so far. Even in genomes with low SSR density, SSR density and motif distribution are variable, and it is possible that species-specific SSR are present. Because of the large level of allelic variation in microsatellites, they are a more powerful marker system. These are frequently used because they make use of DNA, are inexpensive for manual experiments, and allow for high throughput genotyping (Ahmed et al. 2020). Hyper-variability, repeatability, co-dominant nature, locus specificity, and random genome-wide distribution are all characteristics of SSR markers. SSR markers have the benefit of being simple to evaluate using PCR and easy to identify using PAGE or AGE. SSR markers are multiplex able, have a high throughput genotyping capability, and are automated (Bangarwa, 2021). Advantages of SSR markers are listed below (Ramesh et al. 2020):

• High genomic abundance, co-dominant inheritance, the enormous extent of allelic diversity

• Needs a modest quantity of DNA that need not be of high quality.

• Highly reproducible and generates high polymorphism

• Simple to interpret results

Applications of SSRs

SSRs have become the marker of choice for many uses in plants because they are highly variable and cover a large part of the genome. These are used to assess genetic variation at the molecular scale in a germplasm collection so that the right parents can be chosen for hybrids (i.e. hybrid breeding), genome mapping, MAS of promising lines and marker assisted backcrossing (MAB) during breeding strategies, gender expression, population structure studies, and taxonomic and phylogenetic studies (Kalia et al. 2011). In recent years, microsatellite markers have become an effective technique to estimate genetic diversity (modification in nucleotide sequence, gene

framework, chromosomes, and the whole genomes) and phylogenetic relationships of species based on sequence conservation. This is due to their high reliability, codominant existence, reproducibility, and high degree of genetic variations. SSRs have been proven to be beneficial for assessing genetic relationships in several investigations (Table 1). Shafi et al. (2021) used 26 SSR markers to investigate heat genotypes for early onset of maturation as well as other relevant factors, in addition to the molecular analysis of potential genotypes that are particular to traits. Single marker analysis found a substantial link between early maturity and 05 random (Xcfd31, Xcfd39, Xgwm148, Xgwm190, and Xgwm538) and 02 trait specific markers (Xwmc1 and Xgwm271). Pidigam et al. (2021) identified Using 26 SSR markers for factors such as average fruit weight, number of fruits per plant, and fusarium wilt PDI score, researchers found approximately 43 alleles that had a favourable average allele effect.

The found accessions could be utilised in additional breeding efforts for the production of tomato varieties resistant to TSWV and *Fusarium* wilt, hence increasing the farmer's opportunities and earnings. 527 SSR primers were used in a bulk segregant study to map the Fom-5(t) gene in KP4HM-15 musk melon. Four primer pairs, CMCTN35, DM0096, CSWCTT02, and ECM181, were identified to exhibit differential polymorphism in the resistant and susceptible populations and were analyzed in the entire population.These markers may be utilised to transfer Fom-5(t) in elite muskmelons by marker-assisted backcross breeding (Deol et al. 2021). The genetic variability and variety of 32 different coloured rice accessions was investigated by Sarif et al. (2020) through the use of agromorphological features and simple sequence repeats (SSR) markers. 34 SSR molecular markers were used as tools for determining cultivar identities and genetic diversity. There is a possibility that the accessions YTM15, Pulut Merah 3, Padi Randau, Ringan Bawang, DNJ128, and DV 107 will be chosen for the implementation of novel varieties for regional production. In conclusion, these germplasm have the potential to be utilised as parents in further genetic improvement. Stress from drought changed traits that contribute to production, which decreased crop yields by a lot. Thirteen SSR markers associated with drought tolerance were utilized to define 26 wheat genotypes. A total of 73 alleles were identified, with an average of 5.62 alleles per locus. A marker-assisted analysis distinguished 26 genotypes into four distinct groupings. Cluster 1 had two tolerant (Sourav and Sonalika) and two intermediately tolerant (Durum and Pavon-76) genotypes. These types can be chosen for growing in regions prone to drought (Haque et al. 2020). Sharma et al. (2021) used the wheat genome to generate 177 heat-responsive gene-based SSRs (cg-SSR) and MIR gene-based SSR (miRNA-SSR) markers for evaluating the genetic variability of 36 different wheat genotypes for heat tolerance. Although amplicons from 144 of the 177 SSR loci were clear and repeatable, 37 were found to be polymorphic among the 36 wheat genotypes. The markers developed in this study could be employed in MAS-based breeding programmes to generate heat-tolerant wheat cultivars and to assess wheat germplasm genetic variation. The use of noncoding region-based SSRs to identify trait-specific wheat germplasm will be beneficial. Because many plant species have complex primary and secondary gene pools, the future of microsatellite-based markers seems bright. The characterization of these germplasms is a massive undertaking, and the only technology that can account for these findings is microsatellite-based markers. These markers are the only technology that is low-cost, reproducible, and efficient.

Table 1: Impact of Nano fertilizers on Horticultural Crops

Nanofertilizers	Crop	Concentration	Effect	References
Nanocalcium	Apple cv. 'Red Delicious'	2000ppm	Increased Fruit weight, density and length	Ranjbar et al. (2020)
Nanopowder potassium sulfate	Grapevines cv. 'Crimson Seedless' (*V. vinifera*)	150–200 g /vine	Higherleaf area, chlorophyll content, Cluster weight, length, width, berry weight, berry diameter, nutrient uptake and yield	Shalan (2020)
Nano potassium	Brinjal	1.5g/L	Improved vegetative parameters (plant height, leaf area, dry weight, iron and zinc content	Al-Fahdawi and Allawi, (2019)
Nanoboron	Mango cv. Keitte	10 ml L−1	IncreasedFruit setting, fruit retention, number of fruits and yield per tree Improve the chemical components	Farouk et al. (2019)
nano NPK	Cucumber	Foliar application of liquid (6mL and 9mL/plant	Increased plant height, number of leaves/plant, TSS, firmness of fruits	Merghany et al. (2019)
Iron nanoparticle Foliar	Strawberry cv. 'Queen Elisa'	800 ppm	All growth parameters improved, Increased pigment content, Leaf relative water content, and iron and potassium contents of the mature plants	Mozafari et al. (2018)
Selenium nanoparticles (N-Se) F	Pomegranate cv. 'MalaseSaveh' (*P. granatum*)	2 µM	IncreasedNumber of fruits/trees, fruit diameter (1.08–1.10%) and yield (1.17–1.16%)	Zahedi et al. (2019)
Lithovitnanoferilizer	Okra	0.75g/L	Increased plant height, no.of leaves, number of pods per plant and total yield.	El-Hamd and Abd-Elwahed, 2017
zinc oxide nanoparticles	Tomato	20mg/mL	Increased biomass accumulation and improved growth.	Panwar et al. (2017)

Conclusion

Since their inception, SSR markers have been continuously isolated and characterized in numerous economically significant plant species, including cereals, legumes, vegetables, forest

trees, fruit plants, and conifers. SSR-based association mapping has significant promise for exploitation of genetic diversity, characterization of accumulated phenotypic variation, and connection of markers with characteristics in plant germplasm, among other applications. By using microsatellite markers associated with distinct phenotypes in plant breeding programmes, MAS can significantly reduce the time it takes to complete the breeding process. Plant germplasm contains a great deal of genetic variety, and as more genomic information becomes available, more microsatellite markers will become available. Microsatellite markers will become increasingly desirable for use in molecular breeding and plant genetics as a direct result of ongoing research and development in this area, which will lead to significant advancements in agricultural production.

References

1. Ahmed H.G.M.D., Kashif M., Rashid M.A.R., Sajjad M. and Zeng Y. Genome wide diversity in bread wheat evaluated by SSR markers// *International Journal of Agriculture* and *Biology*.2020. V.24.P.263–272.
2. Anjum M.A., Rauf A., Bashir M.A. and Ahmad R. The evaluation of biodiversity in some indigenous Indian jujube (Zizyphus mauritiana) germplasm through physico-chemical analysis//Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus. 2018.V.17(4).P.39-52.
3. Bangarwa S.K., Solanki B.K.L., Choudhary M. and Choudhary M.K. An introduction to DNA-Markers and their role in crop improvement//The Pharma Innovation Journal. 2021.V.10(7).P.638-643
4. Beser N., Mutafcılar Z.C., Hasancebi S. Diversity analysis of the rice cultivars (*Oryza sativa* L.) by utilizing SSRs rice diversity by SSRs//Journal of Food Processing and Preservation. 2021.V.45(2):e15232.
5. Bhad P.G., Mondal S.and Badigannavar A.M. Genetic diversity in groundnut (Arachis hypogaea L.) genotypes and detection of marker trait associations for plant habit and seed size using genomic and genic SSRs// Journal of Crop Science and Biotechnology. 2016.V.3.P.203-21.
6. Chen H., Qiao L., Wang L., Wang S., Blair M.W. and Cheng X. Assessment of genetic diversity and population structure of mung bean (*Vigna radiata*) germplasm using EST-based and genomic SSR marker//Gene. 2015.V.566(2).P.175-83.
7. Colney L., Tyagi W. and Rai M. Morphological and molecular characterization of two distinct chilli cultivars from North Eastern India with special reference to pungency related genes//Scientia Horticulturae. 2018.T. 20.V.240.P.1-10.
8. Deol J.K., Sharma S.P., Rani R., Kalia A., Chhuneja P. and Sarao N.K. Inheritance analysis and identification of SSR markers associated with fusarium wilt resistance in melon//The Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 2022.V.97(1).P.66-74.
9. Haque M.S., Saha N.R., Islam M.T., Islam M.M., Kwon S.J., Roy S.K. and Woo S.H. Screening for drought tolerance in wheat genotypes by morphological and SSR markers//Journal of Crop Science and Biotechnology. 2021.V.24(1).P.27-39.
10. Jlassi I., Bnejdi F. and Saadoun M. SSR markers and seed quality traits revealed genetic diversity in durum wheat (*Triticum durum* Desf.)// *Molecular Biology Reports***.**2021.V.48.P.3185–3193.
11. John K. and Reddy P.R. Assessment of Molecular Diversity in Groundnut through Simple Sequence Repeats (SSR) Markers - A Review// East African Scholars Journal of Agriculture and Life Sciences.2018.V.1(3).P. 2617-4472.
12. Kalia R.K., Rai M.K., Kalia S., Singh R., Dhawan A.K. Microsatellite markers: an overview of the recent progress in plants//Euphytica.2011.V.177(3).P.309-34.

13. Kumar S., Parekh M.J. and Fougat R.S. Assessment of genetic diversity among okra genotypes using SSR markers// *Journal of Plant Biochemistry* and *Biotechnology*.2017.V.26.P.172–178.
14. Lyngkhoi F., Saini N. and Gaikwad A.B. Genetic diversity and population structure in onion (*Allium cepa* L.) accessions based on morphological and molecular approaches// *Physiology* and *Molecular Biology* of *Plants*.2021.V.27.P.2517–2532
15. Nadeem M.A., Nawaz M.A., Shahid M.Q., Comertpay Y.D., Hatipoğlu M.Y.R., Ahmad F., Alsaleh A., Labhane N., Özkan H., Chung G. and Baloch F. DNA molecular markers in plant breeding: current status and recent advancements in genomic selection and genome editing//Biotechnology & Biotechnological Equipment.2017.
16. Nair R.J. and Pandey M.K. Role of Molecular Markers in Crop Breeding: A Review//Agricultural Reviews.2021.V.1.P.1-8.
17. Oliveira H.R., Tomás D., Silva M., Lopes S., Viegas W., Veloso M.M. Genetic diversity and population structure in *Vicia faba* L. landraces and wild related species assessed by nuclear SSRs// PloS one. 2016.V.11(5):e0154801.
18. Parthiban S., Govindaraj P. and Senthilkumar S. Comparison of relative efficiency of genomic SSR and EST-SSR markers in estimating genetic diversity in sugarcane//3 Biotech.2018.V.8.P.144.
19. Pidigam S., Thuraga V., Munnam S.B., Amarapalli G., Kuraba G., Pandravada S.R., Nimmarajula S. and Sudini H.K. Genetic diversity, population structure and validation of SSR markers linked to Sw-5 and I-2 genes in tomato germplasm//Physiology and Molecular Biology of Plants. 2021. V.27(8).P.1695-710.
20. Ramesh P., Mallikarjuna G., Sameena S, Kumar A., Gurulakshmi K., Reddy B.V., Reddy P. and Sekhar A.C. Advancements in molecular marker technologies and their applications in diversity studies//Journal of biosciences. 2020.V.45(1).P.1-5.
21. Salimi H., Bahar M., Mirlohi A. and Talebi M. Assessment of the genetic diversity among potato cultivars from different geographical areas using the genomic and EST microsatellites//Iranian Journal of Biotechnology. 2016.V.14(4).P.270.
22. Sarif H.M., Rafii M.Y., Ramli A., Oladosu Y., Musa H.M., Rahim H.A., Zuki Z.M. and Chukwu S.C. Genetic diversity and variability among pigmented rice germplasm using molecular marker and morphological traits//Biotechnology & Biotechnological Equipment. 2020.V.34(1).P.747-62.
23. Shafi S., Tahir M., Khan M.A., Bhat M.A., Kumar U., Kumar S. and Mir R.R. Trait phenotyping and SSR markers characterization of wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm for breeding early maturing wheat's for Western-Himalayas//Genetic Resources and Crop Evolution. 2022. V.69(2).P.755-70.
24. Sharma D., Nanjundan J. and Singh L. Genetic Diversity and Population Structure Analysis in Indian Mustard Germplasm Using Phenotypic Traits and SSR Markers// *Plant Molecular Biology* Reports. 2022.
25. Sharma P., Mehta G., Muthusamy S.K., Singh S.K. and Singh G.P. Development and validation of heat-responsive candidate gene and miRNA gene based SSR markers to analysis genetic diversity in wheat for heat tolerance breeding//Molecular Biology Reports. 2021.V.48(1).P.381-93.
26. Singh B.P., Singh B., Mishra S., Kumar V. and Singh N.K. Genetic diversity and population structure in Indian wild rice accessions//Australian Journal of Crop Science. 2016.T.1.V.10(2).144-51.
27. Tribhuvan K.U., Sharma P., Das A., Kumar K., Tyagi A., Solanke A.U., Sharma R., Jadhav P.V., Raveendran M., Fakrudin B. Identification of genomic SSRs in cluster bean

(*Cyamopsis tetragonoloba*) and demonstration of their utility in genetic diversity analysis//Industrial Crops and Products. 2019.V.133.P.221-31.
28. Yadav P., Yadava R., Kumar S. and Kumar P. Molecular diversity analysis in Wheat genotypes using SSR markers//Electronic Journal of Plant Breeding.2016.V.7.P.464-468.
29. Zhong Y., Cheng Y., Ruan M., Ye Q., Wang R., Yao Z., Zhou G., Liu J., Yu J. and Wan H. High-Throughout SSR Marker Development and the Analysis of Genetic Diversity in *Capsicum frutescens*// Horticulturae. 2021.V.7.P.187.
30. Zhou R., Wu Z., Cao X. and Jiang F.L. Genetic diversity of cultivated and wild tomatoes revealed by morphological traits and SSR markers// *Genetics* and *Molecular Research*. 2015.V.14(4).P.13868-79.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ МИНЕРАЛЬНАЯ ПИТАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ ИНДУКЦИИ КАЛЛУСО И ОРГАНОГЕНЕЗА У *GINKGO BILOBA L.*

Азаров А. С., Чохели В. А., Вардуни Т.В., Дмитриев П.А.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на Дону, Россия
bioclon@list.ru

UNIVERSAL MINERAL MEDIUM FOR CALLUSO INDUCTION AND ORGANOGENESIS IN *GINKGO BILOBA L.*

Azarov A.S., Chokheli V.A., Varduni T.V., Dmitriev P.A.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
bioclon@list.ru

Аннотация. Разработана универсальная минеральная составляющая, питательной среды NGiM для индукции каллусо- и органогенеза из стеблевых и верхушечных почек *Ginkgo biloba L.* За счёт снижения концентраций аммонийного азота, хлора и марганца, удалось добиться снижения дегенерации каллуса и возможности длительного его пассирования. Образующийся каллус сответствует по структуре и цвету морфогенному. Изменение концентраций гормонов с 1,5 мг/дм^3 -2,4-D и 0,05 мг/дм^3 — Кинетин, на 0,01 мг/дм^3-2,4-D и 0,5 мг/дм^3-Кинетин, позволило стимулировать органогенез из каллусной ткани *Ginkgo biloba L.* Использование среды позволит в условиях культуры *in vitro* получать каллус для длительного пассирования и получения вторичных метаболитов, а также индукции органогенеза для клонального размножения.

Ключевые слова: NGiM, органогенез, Кинетин, 2,4-D, каллус, *Ginkgo biloba L.*, клональное размножение.

Abstract. A universal mineral component of the nutrient medium NGiM was developed for the induction of callus and organogenesis from the stem and apical buds of *Ginkgo biloba L*. By reducing the concentrations of ammonium nitrogen, chlorine, and manganese, it was possible to reduce callus degeneration and the possibility of its long passage. The resulting callus corresponds in structure and color to the morphogenic one. The change in hormone concentrations from 1.5 mg/dm3 -2,4-D and 0.05 mg/dm3 - Kinetin, to 0.01 mg/dm3-2,4-D and 0.5 mg/dm3 - Kinetin, allowed to stimulate organogenesis from Ginkgo biloba L. callus tissue. The use of the medium will make it possible to obtain callus under *in vitro* culture conditions for long-term passaging and obtaining secondary metabolites, as well as induction of organogenesis for clonal propagation.

Keywords: NGiM, organogenesis, Kinetin, 2,4-D, callus, *Ginkgo biloba L.,* clonal reproduction.

Ginkgo biloba L. - уроженец Китая и единственный ныне живущий представитель некогда многочисленной группы растений позднего мезозоя, которые веками процветали в храмовых садах Китая и Японии. Он важен как декоративное дерево, а также как источник сырья для фармацевтических продуктов (Tallevi and Kurz, 1991: van Beck et al., 1991). Гинкго устойчив к ряду стрессов, включая насекомых, грибки и другие вредители, а также различным факторам окружающей среды. Дерево производит ряд химических веществ, имеющих фармацевтическое значение, включая гинкголиды (дитерпеновые соединения, важнейшим из которых является гинкголид Б). Гинкголиды, антагонисты фактора активации тромбоцитов (PAF), использовались для лечения астмы, болезней сердца, инсульта и болезни Альцгеймера. Экстракт гинкго, производится и используется для лечения широкого спектра сосудистых заболеваний (Braquet and Hosford,1991), гинкголиды содержатся в коре корня (1%) и в листьях (0,2%) (Hobbs, 1991). Дереву может потребоваться до 20 лет, чтобы достичь зрелости (Hobbs, 1991). Таким образом, массовое производство деревьев гинкго как источника растительного материала для сбора гинкголидов представляет особый интерес. Поскольку его половое воспроизводство показывает некоторые трудности, такие как раздельнополость видов и низкая всхожесть семян, и не способность долгое время сохранять всхожесть (Tommasi et al. 1999), вегетативное размножение всходов с помощью методик *in vitro* представляют интерес.

Гинкго успешно культивировали in vitro (Carrier et al 1991) и гинкголиды были обнаруженные в культивируемых растениях (Carrier et al.,1991; Ха и Стаб, 1993; Camper et al., 1995). Предыдущие исследования были сосредоточены на эмбриогенезе, апикальных меристемах и культуре каллуса (Carrier el al., 1990: Ха и Стаб, 1993). Также имеются сообщения о культивировании *in vitro* эмбрионов из мужских и женских гаметофитов, а также о соматическом эмбриогенезе (Bulard 1952, 1966, Camper et al. 1997). Томмази и Скарамуцци (Tommasi, and Scarmuzzi, 2004) изучали возможность микроразмножения гинкго с использованием удаленных апикальных и узловых меристем из саженцев или верхушечных почек с дерева. Ибрагим с сравторами (Ibrahim et al, 2011) использовали растительный материал собранный в марте-апреле с 17-летнего мужского дерева гинкго. Были два типа эксплантов (вершины побегов и сегменты побегов), срезанные с верхушечных побегов. Лучшие результаты были получены при использовании экстракта эндосперма семян, для получения стеблевого органогенеза, однако нестабильность природных органических экстрактов делает нетехнологичным процесс массового получения материала для клонирования.

В данной работе была разработана среда (Таблица 1) позволяющая при одинаковом минеральном составе, и только меняя состав гормонов, получать, как каллусную культуру из стеблевых и верхушечных почек, так и индуцировать из каллуса органогенез.

В качестве эксплантов были использованы стеблевые и верхушечные почки (Рис. 1). Среда Мурасиге-Скуга (MS) (Murashige, and Skoog, 1962) была использована, как тестовая, для индукции каллусообразования. Через 2 недели было заметно активное каллусообразование, как на разработанной среде так и на (MS), однако на среде MS происходила постепенная дегенерация каллуса, и выражалась в его побурении (Рис.2). Каллусы на разработанной среде имели желто-бежевый оттенок, и были вполне жизнеспособны (Рис.3). Через 4 недели каллусы переносили на индукционную среду для органогенеза. Ещё через 3 недели были отмечены элементы органогенеза в виде листовых зачатков и зачатков меристем (Рис. 4)

Таблица 1. Состав питательных сред для каллусогенеза и органогенеза из стеблевых и верхушечных почек *Ginkgo biloba L.*

Соли	**NGiM (мг/л) каллусогенез**	**NGiM (мг/л) органогенез**
KN03	1815,00	1815,00
NH4NO3	165,00	165,00
Ca(N03)2 x 4H2O	660,00	660,00
MgS04 x 7H20	330,00	330,00
KC1	55,00	55,00
(NH4)2HPO4	165,00	165,00
MnS04 x 5H20	1,08	1,08
ZnS04 x 7H20	8,6	8,6
H3BO3	6,2	6,2
CuS04 x 5H20	0,025	0,025
Na2Mo04 x 2H20	0,25	0,25
CoC12 x 6H20	0,025	0,025
KJ	0,08	0,08
FeS04 x 7H20	27,85	27,85
Na2EDTA x 2H20	37,30	37,30
Мезоинозит	100	100
Тиамин гидрохлорид	0,4	0,4
2,4-D	1,5	0,01
Кинетин	0,05	0,5
Сахароза	30000	30000
Агар-агар	6000	6000
PH	5,6	5,6

Таким образом на разработанной среде за счёт значительного уменьшения содержания аммонийного азота, хлора и марганца, происходит образование жизнеспособного морфогенного каллуса, который способен при изменении соотношения гормонов к органогенезу.

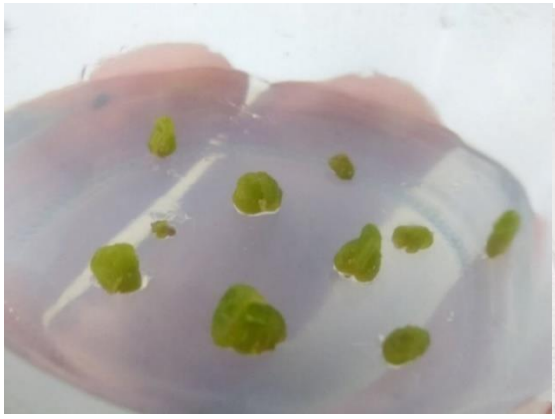


Рисунок 1. Экспланты, верхушечные и стеблевые почки

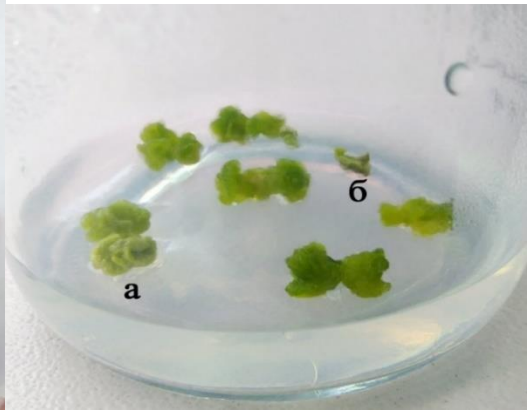


Рисунок 2. Каллус на среде MS: а, б — начало побурения и дегенерации.

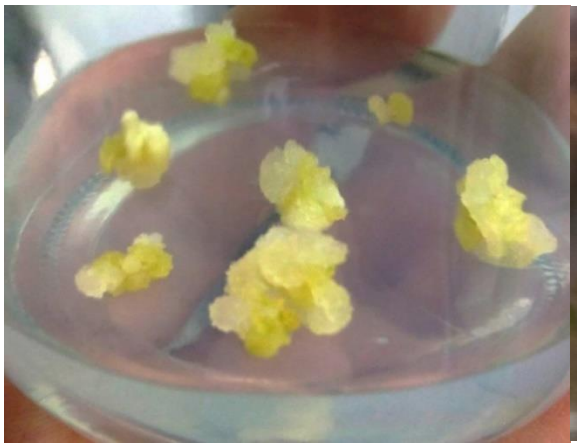


Рисунок 3. Каллус на разработанной (NGiM) среде

Рисунок 4. Органогенез на (NGiM) среде

Список литературы

1. Braquet P., Iosford D. Ethanopharmacology and the development of natural PAF antagonists as therapeutic agents // J. Ethanopharmacol. 1991. No 32. P. 135– 139.
2. Bulard C. Culture aseptique d'embryons de *Ginkgo biloba*. Rôle des cotyledons dans l'absorption du sucre et la croissance de la tige // Compt. rend. Acad. Sci. France. 1952. No 235. P. 739–741.
3. Bulard C. Modification provoquées par divers régulateurs de croissance sur des plantules de *Ginkgo biloba* L. cultivées *in vitro* // Bull. Soc. bot. France. 1966. No 114. P. 119–127.
4. Camper N.D.; Wedge D.E.; Keese R.J. *In vitro* culture of Ginkgo: ginkgolide detection // Current Topics Plant Physiol. 1995. No 15. P. 33.
5. Camper N.D., Coker P.S., Wedge D.E., Keese R.J. *In vitro* culture of Ginkgo // *In vitro* cell. dev. Biol. Plant. 1997. No 33. P. 125–127.
6. Carrier D.-J., Cosentino G., Neufeld R., et al. Nutritional and hormonal requirements of *Ginkgo biloba* embryo-derived callus and suspension cell culture // Plant Cell Rep. 1990. No 8. P. 635–638.
7. Carrier D.-J., Chauret N., Mancini M., et al. Detection of ginkgolide A in *Ginkgo biloba* cell cultures // Plant Cell Rep. 1991. No 10. 256–259.
8. Ibrahim O., Gercheva P., Nocheva L., Ivanova V. Preliminary studies on *in vitro* propagation of *Ginkgo biloba* L. // Paper presented at: Ecological approaches towards the productionof safetyfood,Plovdiv, bulgaria, 9 th June. 2011. P. 117.

9. Hobbs C. *Ginkgo*: elixir of youth. Capitola: Botanica Press. 1991.
10. Huh H., Staba E.J. Ontogenic aspects of ginkgolide production in *Ginkgo biloba* // Planta Med. 1993. No 59 P. 232–239.
11. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures // Physiol. Plant. 1962. No 15. P. 473–497.
12. Tallevi S.G., Kurz V¢.G.W. Detection of ginkgolides by thin layer chromatography // J. Nat. Prod. 1991. No 54. P. 624–625.
13. Tommasi F., Paciolla C., Arrigoni O.: The ascorbate system in recalcitrant and orthodox seeds // Physiol. Plant. 1999. No 105. P. 193–198.
14. Tommasi F. Scarmuzzi F. *In vitro* propagation of Gincgo biloba by using various bud cultures // Biol, Plantarum. 2004. No 48. P. 297–300.
15. van Beek T.A., Scheeren H.A.; Ratio T., et al. Determination of ginkgolides and bilobalide in *Ginkgo biloba* leaves and phytopharmaceuticals // J. Chromatogr. 1991. No 543. P. 375–378.

ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ РИСА ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ВРЕМЕННОЙ ЗАСУХЕ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ ОРОШЕНИИ

Аксенов А.В., Костылев П.И., Краснова Е.В.
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Россия,
* Корреспондирующий автор (aleksandraksenov774@gmail.com)

STUDY OF RICE VARIETIES AND SAMPLES FOR RESISTANCE TO TEMPORARY DROUGHT DURING PERIODIC IRRIGATION

Aksenov A.V., Kostylev P.I., Krasnova E.V.
State Scientific Establishment “Agricultural Research Center “Donskoy”, Zernograd, Russia;
Corresponding author (aleksandraksenov774@gmail.com)

Аннотация. В статье показаны результаты морфо-биологического изучения образцов риса, выращенных на полях ОП «Пролетарское» Ростовской области в условиях засухи и нормального обеспечения водой. Цель исследований – сравнительный структурный анализ образцов риса в условиях почвенной и воздушной засухи и при обычном затоплении водой. Степень засухоустойчивости определяли через соотношения величин признаков в опытном варианте к контролю (З/К). Формирование количественных признаков у растений в условиях нормального полива и при дефиците влаги происходило по-разному. В условиях засухи по сравнению с нормой уменьшилась урожайность (67,9 % к норме), количество растений к уборке на 1 м^2, масса метелки, масса 1000 зерен; увеличилась кустистость, число колосков на метелке и ее плотность, вегетационный период «залив водой – цветение». Особенно сильно возросли количество пустых колосков на метелке и процент пустозерности. Величины остальных изученных признаков были на одном уровне в обоих вариантах опыта. Выявлены сорта Контакт, Золотые всходы, Маловодотребовательный и другие, у которых урожайность в опыте составила 106,9-138,0% к контролю. Максимальную урожайность в засушливых условиях сформировали сорта Боярин (4,43 т/га), Контакт (4,53 т/га), Золотые всходы (4,60 т/га) и Суходол (4,60 т/га). Выделены формы, устойчивые к засухе, которые можно использовать при создании суходольных сортов риса.

Ключевые слова: рис, сорт, источник, суходол, засухоустойчивость, периодический полив, урожайность.

Abstract. The article shows the results of a morpho-biological study of rice cultivars-samples grown in the fields of the "Proletarskoe" plant of the Rostov region under drought conditions and normal water supply. The aim of the research is a comparative structural analysis of rice samples under conditions of soil and air drought and under normal flooding with water. The degree of drought resistance was determined through the ratio of the values of the traits in the experimental variant to the control (D / C). The formation of quantitative traits in plants under normal watering conditions and with a moisture deficit occurred in different ways. Under drought conditions, compared with the norm, the yield decreased (67.9% of the norm), the number of plants to be harvested per 1 m2, the mass of the panicle, the mass of 1000 grains; increased bushiness, the number of spikelets on the panicle and its density, the growing season "flooding with water - flowering". The number of empty spikelets on a panicle and the percentage of empty grain increased especially strongly. The values of the remaining studied characteristics were at the same level in both variants of the experiment. The varieties Kontakt, Zolotye vshody, Malovodrebovatelny and others were identified, in which the yield in the experiment was 106.9-138.0% compared to the control. The maximum yield in dry conditions was formed by the varieties Boyarin (4.43 t / ha), Contact (4.53 t / ha), Zolotye vshody (4.60 t / ha) and Sukhodol (4.60 t / ha). Drought-resistant forms that can be used to create dry-land rice varieties have been identified.

Keywords: rice, variety, source, dry land, drought resistance, periodic watering, yield.

Рис в отличие от других культур выращивается обычно при затоплении водой. Однако водные ресурсы ограничены. Во многих регионах мира рис возделывается при периодическом орошении, в том числе и дождями. Общепринятое растениеводами определение засухи это – нехватка воды, вызывающая потерю урожая или период отсутствия осадков или орошения, который влияет на рост сельскохозяйственных культур (Fukai et al., 1995). Сорта суходольного риса устойчивы к длительной засухе, однако малоурожайны. Для увеличения его производства необходимо увеличивать урожайность, в сочетании с устойчивостью (Luo, 2010). Поэтому повышение потенциала урожайности маловодотребовательного риса является актуальным.

У суходольного риса условия засухи позволяют четко различать устойчивые и неустойчивые линии по данным урожайности тогда, когда она снижается минимум на 70 от нормы. Если уровень стресса низкий, урожайность может более тесно коррелировать с потенциалом продуктивности, а не с устойчивостью к засухе (Venuprasad et al., 2007).

Относительная низкая наследуемость урожайности зерна и высокое взаимодействие генотипа со средой могут сделать отбор, основанный исключительно на урожайности, неоптимальным (Araus et al., 2002).

Недавние исследования на суходольном рисе, проведенные в условиях искусственного стресса в сухой сезон в IRRI, показали, что урожайность в условиях засухи, которая последовательно и равномерно применяется, обычно так же наследуема, как и урожайность, оцененная в условиях без стресса, а когда стресс очень сильный, может быть выше, с относительно небольшим взаимодействием «генотип х год» (Atlin et al., 2004). Установлено, что прямой отбор по урожайности при засухе ведет к существенному увеличению стрессоустойчивости суходольного риса.

Любая селекционная программа может рассматриваться как форма косвенного отбора, при котором коррелированная реакция в целевой среде (CR_T) является результатом отбора в какой-то другой среде (например, в селекционных питомниках). Коррелированная реакция зависит от интенсивности отбора (i), корреляции между урожайностью в среде, где происходит отбор, и целевой средой (rG), а также наследуемостью в широком смысле в среде отбора (Hs). Тщательное управление испытаниями урожайности таким образом,

чтобы они отражали условия, в которых фермеры будут выращивать урожай, как только сорт будет выпущен, позволит максимизировать rG (Atlin et al., 2001).

Цель исследования – сравнительный структурный анализ образцов риса в условиях почвенной и воздушной засухи и при обычном затоплении водой.

Материал и методика. Изучали 65 сортообразцов риса из ВИР им. Н.И. Вавилова, АНЦ «Донской», ФНЦ риса, ВНИИОЗ. Работу проводили в 2020-2021 гг. в ОП «Пролетарское» в Пролетарском районе Ростовской области. Фенологические наблюдения, полевые учеты проводили по методике полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985). Структурный анализ делали по методике ВНИИ риса (1972). Делянки площадью 10 $м^2$ сеяли в трехкратной повторности сеялкой Винтерштайгер. Стандарт – сорт Южанин. Опыт закладывали в двух вариантах: на периодически орошаемом участке и на контроле – обычном поле с затоплением водой на 15-20 см.

Учет стеблестоя проводили на закрепленных площадках по всходам и перед уборкой урожая. Определяли густоту стеблестоя, высоту и продуктивность отдельных растений, длину метелок, число зерен на них, массу зерна с делянки и др. Уборку урожая проводили напрямую комбайном КС 575. Урожайность пересчитывали с учетом 14% влажности. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Excel, построение графиков – в программе Statistica 8.

Результаты исследований. В 2020-21 гг. засуха была очень жесткой, однако большая часть изученных образцов риса зацвела и созрела. Формирование растений в условиях засухи и нормальной залитой водой почвы происходило по-разному, и урожайность зерна в опыте составила в среднем 67,9% к норме (табл. 1). Урожайность при засухе колебалась от 1,33 до 4,6 т/га, в среднем 3,24, а на контроле – от 2,43 до 7,41 т/га, в среднем 4,77.

При этом отдельные сортообразцы формировали в засушливых условиях даже более высокую урожайность, чем в обычных, например Контакт, Золотые всходы, Маловодотребовательный, ЗУЛК 6 и ЗУЛК 15. У них показатель З/К был выше 100% (106,9-138,0%). Они являются раннеспелыми и при затоплении давали низкий урожай. Некоторые образцы формировали близкие величины урожайности зерна в опыте и контроле, З/К – от 86,5 до 99,9%. К ним относятся сортообразцы из северо-восточного Китая: Дин-Сян, Контро, Ан-Юн-Хо, Чан-Чунь-Ман, и линии с их участием: Чан-Чунь-Ман х Южанин (7966), Командор х Чан-Чунь-Ман (7968).

В условиях засушливого стресса продуктивность и величины количественных признаков у изученных линий и образцов существенно различались. В таблице 1 показаны диапазоны, средние значения, коэффициенты вариации (CV) у пятнадцати признаков. Такие признаки, как высота растений, масса 1000 зерен и вегетационный период, показали низкий CV (<10%) в обоих вариантах опыта. Кустистость имела низкие значения на контроле (7,8%), но высокие – при засухе (25,1%). Большинство признаков показали среднюю изменчивость (CV=10-20%), в то время как плотность метелки, количество колосков и выполненных зерен на метелке, урожайность регистрировали в исследовании высокую изменчивость (CV=20-30%). В данном исследовании очень высокая изменчивость была было по количеству пустых колосков и проценту пустозерности (CV >30%).

Это было обусловлено тем, что произошла существенная задержка из-за засухи сроков цветения и созревания. Растения останавливались в росте и развитии, сухие ветры вызвали отмирание части листьев и препятствовали опылению, что уменьшало фертильность колосков.

Если цветение задерживалось более нескольких дней, это приводило к большим потерям урожая. Запаздывание цветения увеличивало стерильность колосков и снижало урожайность зерна вследствие засухи. Поэтому можно повысить засухоустойчивость при

помощи отбора растений с незначительной задержкой цветения из-за засухи (Pantuwan et al., 2002). Задержка времени цветения произошла у всех изученных образцов, но в различной степени. В среднем на контроле период вегетации «всходы-цветение» составил 83 дня (73-102), а в опыте – 99 дней (86-112). Задержка составила 2 недели (19,3%). У пяти образцов она была не более 10 %, у остальных – от 10,2 до 25,7 %.

Таблица 1. Диапазоны, средние значения, коэффициенты вариации (CV) признаков в условиях стресса от засухи и на контроле в нормальных условиях у 65 сортообразцов риса, Пролетарск, Ростовская область, 2020-21 гг.

Признак	Засуха				Контроль				З/К
	минимум	максимум	средние	CV, %	минимум	максимум	средние	CV, %	
1	55,5	143,1	96,6	15,7	58,5	165,6	118,5	21,1	81,6
2	141,9	249,9	190,2	14,5	90,6	276	180,3	21,7	105,5
3	1,5	3,4	2,1	22,6	1,2	1,9	1,6	7,8	135,2
4	64,4	99,4	81,0	9,0	66,7	108,9	80,0	9,6	101,3
5	22,7	55,3	41,4	18,4	21,6	56,6	42,8	16,1	96,7
6	13,6	35,0	23,6	18,3	15,2	38,1	27,6	17,9	85,6
7	12,0	19,5	15,1	13,5	12,0	17,8	14,5	11,2	104,2
8	3,3	12,5	8,4	32,5	3,4	10,6	7,3	21,0	115,0
9	55,2	172,8	122,5	26,9	47,3	142,0	103,7	18,6	118,1
10	47,3	147,3	97,2	22,2	44,7	134,2	95,5	17,7	101,8
11	4,7	74,0	25,2	151,2	2,3	23,3	8,2	49,1	309,1
12	6,4	47,2	19,6	98,0	3,0	16,3	7,6	36,8	257,4
13	18,3	28,1	22,9	8,1	23,5	30,5	27,9	5,3	82,0
14	86,0	112,0	99,0	7,0	73,0	102,0	83,0	6,8	119,3
15	1,33	4,6	3,24	26,0	2,43	7,41	4,77	23,5	67,9

* Признаки: 1) количество растений к уборке на 1 м^2, шт., 2) количество продуктивных стеблей к уборке на 1 м^2, шт., 3) кустистость, шт./растение, 4) высота растений, см, 5) масса 10 растений, г, 6) масса 10 метелок, г, 7) длина метелки, см, 8) плотность метелки, шт./см, 9) общее число колосков на метелке, шт., 10) количество выполненных зерен в метелке, шт., 11) количество пустых колосков, шт., 12) пустозерность, %, 13) масса 1000 зерен, г, 14) вегетационный период «залив водой – цветение», дни, 15) урожайность, т/га

Корреляция урожайности при засухе с урожайностью при затоплении отсутствовала (r=0,05±0,01), с их соотношением З/К была средней положительной (r=0,70±0,01), а с

продолжительностью периода вегетации от прорастания до цветения на контроле и в опыте – средней отрицательной (r=-0,56±0,01), (r=-0,52±0,01), соответственно. Поэтому раннеспелые сорта при выращивании на суходоле обладают преимуществом перед средне- и позднеспелыми.

Наибольшую урожайность в условиях засухи показали сорта Боярин (4,43 т/га), Контакт (4,53 т/га), Золотые всходы (4,60 т/га) и Суходол (4,60 т/га). При этом первые три получили преимущество благодаря скороспелости, а последний хотя и потерял из-за торможения развития 27,6 % урожая, но компенсировал это более высоким потенциалом урожайности, который на контроле составил 6,35 т/га.

Анализ количественных признаков, в том числе элементов структуры урожая, на двух вариантах опыта, то есть в условиях засухи и нормальной оводненности почвы, показал значительные различия, как по сортам, так и по вариантам. Самое низкое соотношение З/К наблюдалось по урожайности зерна – 67,9 %. Однако оно было результатом взаимодействия многих других признаков и факторов.

Количество растений к уборке на 1 м^2, в опыте (96,6 шт.) было меньше, чем на контроле (118,5), поэтому показатель З/К составил всего 81,6 %. Однако количество на 1 м^2, даже повысилось на 10 штук к контролю и составило 190,2 штук за счет повышенной кустистости на богаре – 2,1, шт./растение (1,6 – на контроле), прирост составил 35,2 %. Таким образом, здесь произошла компенсация противоположных тенденций.

По высоте растений диапазон изменчивости образцов на контроле (66,7-108,9 см) был несколько смещен вправо по сравнению с опытом (64,4-99,4 см), однако средние величины оказались одинаковыми за счет асимметричности распределения и составили 81 и 80 см, соответственно, т.е. почти не различались. Поэтому величина З/К составила 101,3%. Длина метелки в опыте составила 15,1 см, на контроле 14,5 см, почти на одном уровне (З/К=104,2 %)

Масса 10-ти растений в опыте (41,4 г) незначительно уступала таковой на контроле (42,8 г), поэтому показатель З/К составил 96,7 %, однако масса 10 метелок значительно снизилась в опыте до 23,6 г (контроль 27,6 г), уменьшив З/К до 85,6 %.

Общее количество колосков на метелке составило в опыте 122,5 штук, а на контроле – 103,7, т.е. превышение составило почти 20 колосков, а З/К=118,1 %. Это повлияло и на плотность метелки, которая увеличилась с 7,3 до 8,4 шт./см (З/К=115,0 %).

Однако количество выполненных зерен в метелке в опыте (97,2 шт.) оказалось почти одинаковым с контролем (95,5 шт.), поэтому З/К было близко к 100% (101,8).

Это нивелирование произошло за счет увеличения количества пустых колосков на метелке, которое выросло с 8,2 до 25,2 штук, а показатель З/К приобрел рекордную величину 309,1 %. Соответственно увеличился и процент пустозерности, с 7,6 до 19,6 %, (З/К=257,4 %).

Масса 1000 зерен у образцов в условиях засухи варьировала от 18,3 до 28,1 г, в среднем 22,9 г, существенно уступая таковой на контроле диапазон которой составлял от 23,5 до 30,5 г, в среднем 27,9 г. Поэтому показатель З/К снизился до 82,0%. Это было связано с повышенной щуплостью семян, наливавшихся в условиях сильной почвенной и воздушной засухи. Особенно пострадали более поздние образцы, тогда как раннеспелые сорта Волгоградский, Контакт и другие почти не уменьшили массу зерновки.

Заключение

Компоненты формирования урожая зерна в условиях недостаточного увлажнения различаются. В условиях засухи по сравнению с нормой уменьшается урожайность (67,9 %), количество растений к уборке на 1 м^2 (81,6%), масса метелки (85,6 %), масса 1000 зерен (82,0 %); увеличивается кустистость (135,2 %), общее число колосков на метелке (118,1 %) и ее плотность (115,0 %), вегетационный период «залив водой – цветение» (119,3 %).

Особенно сильно возрастает количество пустых колосков на метелке (309,1 %) и процент пустозерности (257,4 %). Величины остальных изученных признаков оказались на одном уровне в обоих вариантах опыта.

Максимальную урожайность в засушливых условиях сформировали сорта Боярин (4,43 т/га), Контакт (4,53 т/га), Золотые всходы (4,60 т/га) и Суходол (4,60 т/га).

В результате проведенной работы из изученного набора сортов и образцов выделили формы, устойчивые к засухе, которые можно использовать при создании суходольных сортов риса для богарных сельскохозяйственных предприятий в условиях периодического орошения или уменьшения объема поливной воды для чеков.

Список литературы

1. Воробьев Н.В. Физиологические основы формирования урожая риса. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. С.64-65.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Изд. 6-е. Москва: Альянс, 2011. 350 с.
3. Скаженник М.А., Воробьев Н.В., Ковалев В.С., Уджуху А.Ч., Балясный И.В. Уборочный индекс и его связь с формированием урожайности и элементами структуры урожая сортов риса // Достижения науки и техники АПК, 2017. Т.31. № 2. С. 29-31.
4. Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян. – Краснодар, 1972. 155 с.
5. Araus J.L., Slafer G.A., Reynolds M.P.. Royo C. Plant Breeding and Drought in C3 Cereals: What Should We Breed For? // Ann. Bot. 2002. V. 89. Pp. 925-940.
6. Atlin G.N., Cooper M., Bjornstad A. A comparison of formal and participatory breeding approaches using selection theory // Euphytica. 2001. V. 122. Pp. 463-475.
7. Atlin G.N., Lafitte R., Venuprasad R., Kumar R., Jongdee B. Heritability of rice yield under reproductive-stage drought stress, correlations across stress levels, and effects of selection: implications for drought tolerance breeding, in Resilient Crops for Water-Limited Environments: Proceedings of a Workshop Held at Cuernavaca Mexico, 24-28 May 2004, ed. by CIMMYT, Mexico, 2004. Pp. 32-34.
8. Fukai S. Development of drought resistant cultivars using physiomorphological traits in rice / S. Fukai, M. Cooper // Field Crop Res. 1995. 40(2). P. 67–86.
9. Luo L.J. Breeding for water-saving and drought resistance rice (WDR) in China // J. Exp. Bot. 2010. 61(13). P. 3509–3517.
10. Pantuwan G., Fukai S., Cooper M., Rajatasereekul S., O'Toole J.C. Yield response of rice (Oryza sativa L.) genotypes to drought under rainfed lowlands: 2. Selection of drought resistant genotypes // Field Crops Research. 2002. V. 73. Pp. 169-180.
11. Venuprasad, R. Response to direct selection for grain yield under drought stress in rice / R. Venuprasad, H. Lafitte, G. Atlin // Crop Sci. 2007. 47(1). P. 285–293.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ КАЛЛУСОВ РАСТЕНИЙ *SCHLUMBERGERA* LEM. В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*

Алфеев А.С.[1], Матюшкин В.А.[1], Чохели В.А.[2]
[1] Специализированный учебный научный центр Южного федерального округа, Ростов-на-Дону, Россия
[2] Ботанический сад Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия
vachokheli@sfedu.ru

DEVELOPMENT OF METHODS FOR OBTAINING PLANT CALLUSES *SCHLUMBERGERA* LEM. *IN VITRO*

Alfeev A.S.[1], Matyushkin V.A.[1], Chokheli V.A.[2]
[1] Specialized Educational Research Center of the Southern Federal District, Rostov-on-Don, Russia
[2] Botanical Garden of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
vachokheli@sfedu.ru

Аннотация. В данной работе представлены протоколы стерилизации и первичного введения в культуру. В качестве стерилизующего агента для листовых пластинок шлюмбергеры лучше использовать 0,2% раствор нитрата ртути (90% стерильных эксплантов). Оптимальная питательная среда для каллусогенеза является ½ MS с добавлением 3 мг/л БАП + 0,1 мг/л НУК. Безгормональная питательная среда MS приводит к спонтанному ризогенезу.

Ключевые слова: БАП, НУК, каллус, шлюмбергера, ризогенез.

Abstract. This paper presents the protocols of sterilization and primary introduction into the culture of Schlumbergera plants. As a sterilizing agent for Schlumberger leaf plates, it is better to use a 0.2% solution of mercury nitrate (90% of sterile explants). The optimal nutrient medium for callus formation is ½ MS with the addition of 3 mg/l BAP + 0.1 mg/l NUC. The hormone-free MS nutrient medium leads to spontaneous rhizogenesis.

Keywords: BAP, NAA, callus, schlumbergera, rhizogenesis.

Введение

Аллополиплоидизация, как комбинация геномов двух разных видов растений, была основным источником эволюционных процессов и толчком к видообразованию и адаптации растений к окружающей среде (Madlung, 2013). В работе Фуэнтес с соавторами (Fuentes et al., 2014) показана возможность того, что аллополиплоидизация может происходить посредством асексуальных (вегетативных) механизмов. Было показано, что при прививке растений табака - широко распространенном в природе механизме взаимодействия растений и растений - целые ядерные геномы могут передаваться между растительными клетками (Fuentes et al., 2014).

Целью исследования является подбор оптимальных питательных сред для каллусогенеза растений *Schlumbergera* с разным цветом лепестков цветка.

Задачи исследования:

Подбор оптимальных методик стерилизации первичных эксплантов

Введение растений *Schlumbergera* в культуру *in vitro*

Материалы и методы

В качестве первичных эксплантов использовали листовые пластинки. В качестве стерилизующих агентов использовали такие вещества, как: Tween 20, 70% раствор C_2H_5OH, 3% раствор H_2O_2, 0,2% раствор $HgNO_3$. В качестве питательной среды

использовали целую и половинную среду Мурасиге-Скуга (MS) (Murashige, Skoog, 1962). Регуляторами роста при подборе питательных сред выступили: 6-бензиламинопурин (БАП), нафтил-уксусная кислота (НУК), 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д), тидиазурон (ТДЗ). Питательные среды стерилизовали в автоклаве MLS-3751L (Sanyo) при температуре 121°C и давлении 1,5 атмосферы в течение 30 минут. Растения культивировались при постоянной температуре 25°C при двух условиях: 16-часовом фотопериоде и в темноте.

Результаты и обсуждения

Было использовано две методики стерилизации: 1. Вода + Tween 20 – 10 минут, вода дистиллированная – 10 минут, спирт 70% + перекись водорода 3% (3:1) – 10 минут, четырёх кратная отмывка стерильной водой по 5 минут; 2. Вода + Tween 20 – 10 минут, вода дистиллированная – 10 минут, 0,2% раствор нитрата ртути – 5 минут, двух кратная отмывка стерильной водой по 5 минут. В первом случае поражёнными оказались 30% эксплантов, а во втором случае только 10%.

Некоторые концентрации фитогормонов брали из литературных источников (Deeksha et al., 2020; Sriskandarajah, Serek, 2004). Всего было использовано две контрольные без гормональные среды MS и ½ MS, а также экспериментальные среды: ½ MS + 3 мг/л БАП + 0,1 мг/л НУК, ½ MS + 4 мг/л 2,4Д + 0,4 мг/л НУК, ½ MS + 5 мг/л 2,4Д, ½ MS + 5 мг/л ТДЗ + 0,2 мг/л НУК.

Каллусогенез наблюдали в темноте на 3й недели культивирования на среде ½ MS с добавлением БАП в концентрации 3 мг/л и НУК в концентрации 0,1 мг/л (рис. 1). Интересным остаётся тот факт, что на полной безгормональной среде MS наблюдали спонтанный ризогенез в эксплантах растений *Schlumbergera*. Возможно, это связанно с наличием большого количества эндогенных ауксинов.

Рисунок 1. каллусогенез в эксплантах *Schlumbergera*

Рисунок 2. спонтанный ризогенез в эксплантах *Schlumbergera*

Список литературы

1. Deeksha Raj N., Sathyanarayana B.N., Venkatesha Murthy P., Ramesha V. In vitro Plant Regeneration of thanks giving Cactus [*Schlumbergera truncata* (Haw.) Moran] from Sliced Segment Section for Shoot Proliferation // Int.J .Curr.Micro biol.App.Sci. 2020. Vol. 9(8). P. 1451–1457.
2. Fuentes I., Stegemann S., Golczyk H., Karcher D., Bock R. Horizontal genome transfer as an asexual path to the formation of new species // Nature. 2014. Vol. 501. P. 232–246. doi:10.1038/nature13291
3. Madlung A. Polyploidy and its effect on evolutionary success: old questions revisited with new tools // Heredity. 2013. Vol. 110. P. 99–104.
4. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures // Physiol Plant. 1962. Vol. 15. P. 437–497.
5. Sriskandarajah S., Serek M. Regeneration from phylloclade explants and callus cultures of *Schlumbergera* and *Rhipsalidopsis* // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2004. Vol. 78. 75–81.

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ *GALEGA OFFICINALIS* L. *IN VITRO* CULTIVATION OF *GALEGA OFFICINALIS* L. *IN VITRO*

Бакулин С. Д., Чохели В. А., Ермолаева О. Ю., Вардуни Т. В.
Ботанический сад Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, Россия

Bakulin S. D., Chokheli V. A., Ermolaeva O. Yu., Varduni T. V.
Botanical Garden of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
bakulinsd@yandex.ru
vachokheli@sfedu.ru

Аннотация. Исследована возможность культивирования *G. officinalis* в условиях *in vitro*. Разработана схема стерилизации семенных эксплантов с применением этанола, перекиси водорода и обжига семян в пламени. Подобраны питательные среды для эффективной мультипликации побегов *G. officinalis in vitro*: MS, B5 и ½MS с внесением *m*T и KIN в различных концентрациях. Установлено пагубное влияние BAP на рост и развитие *G. officinalis* в асептических условиях.

Ключевые слова: *Galega officinalis*, микроклональное размножение, Красная книга, угрожаемые виды растений.

Abstract. The possibility of cultivating *G. officinalis in vitro* was studied. A scheme has been developed for sterilizing seed explants using ethanol, hydrogen peroxide, and roasting seeds in a flame. Nutrient media were selected for effective multiplication of *G. officinalis* shoots *in vitro*: MS, B5, and ½MS supplement with *m*T and KIN in various concentrations. The detrimental effect of BAP on the growth and development of *G. officinalis in vitro* has been established.

Keywords: *Galega officinalis*, micropropagation, Red list, endangered plant species.

Введение

Сохранение биоразнообразия видов растений – одна из основных миссий ботанических садов по всему миру, выполнение которой достигается благодаря созданию коллекций, в том числе, коллекций *in vitro*. Это достигается путем использования методов микроклонального размножения. Данная группа методов позволяет эффективно сохранять редкие и исчезающие виды растений в лабораторных условиях, предоставляя исследователям постоянный доступ к растительному материалу для различных целей: медицина, сельское хозяйство, фундаментальные исследования, химическая промышленность, репатриационные исследования (Chokheli et al., 2020).

На территории Ростовской области обитает 273 вида растений и грибов, обладающих угрожаемым статусом (КК РО, 2014). Представители семейства Fabaceae являются важной частью степной флоры России и представлены в Красной книге Ростовской области (2014) 17 видами. Один из них – *Galega officinalis* L., или козлятник аптечный, обладающий статусом редкости 3 г – редкий вид, имеющий значительный ареал, но находящийся в Ростовской области на границе распространения (КК РО, 2014)

G. officinalis является степным травянистым многолетником. Стебли голые, коленчато-изогнутые. Листья непарно-перистосложные. Листочки продолговатые. Соцветия – густые пазушные кисти. Цветки 5-членные. Чашечка сростнолистная, колокольчатая, с шиловидными зубцами. Венчик мотыльковый, светло-голубой. Плоды – косо вверх стоячие бобы, с поперечными перегородками между семенами (Васильева, 1987).

Является субсредиземноморским видом. Ареал охватывает Южную и Восточную Европу, Кавказ, Северную Африку, Малую Азию, Иран. В России встречается в Крыму, Ростовской области, на Кавказе и в Предкавказье (Вісюліна, 1954; Васильева, 1987). На территории Ростовской области обитает в долине нижнего течения Дона (Щепкина, 1926; Зозулин, Пашков, 1969).

G. officinalis относится к гигромезофитам, термофильным видам. Приурочен к сырым местообитаниям в поймах рек и выходам ключевых вод на склонах. Гемикриптофит, насекомоопыляемое растение, автохор. Размножается семенами (Галушко. 1980).

Популяции данного вида малочисленны и невелики по площади (Кондратюк и др., 1985). Лимитирующими факторами являются узкая экологическая амплитуда, циклические климатические колебания, ухудшение гидрологического режима, иссушение и засоление пойм из-за зарегулирования стока Дона, уничтожение местообитаний, антропогенные изменения среды обитания при интенсивном хозяйственном использовании пойменных земель (КК РО, 2014).

Вид охраняется на территории природного парка «Донской» (участок «Дельта Дона»), на ООПТ Урочище «Сусарево» в Семикаракорском районе. Необходимы контроль состояния популяций, изучение биологии вида в условиях области, поиск новых местонахождений. Культивируется в Ботаническом саду ЮФУ, в культуре устойчив, дает самосев (Анищенко и др., 2012).

Лекарственное, медоносное, кормовое (в больших количествах ядовитое), декоративное, жирномасличное и пищевое растение; культивируется как лекарственное, кормовое и орнаментальное растение, перспективно для селекции и выращивания на бедных почвах (Miller, 2010).

Опыт микроклонального размножения *G. officinalis* почти отсутствует. Рекомендуется использовать минеральную основу Murashige & Skoog (MS) с внесением 1,0 мг/л 6-бензиламинопурина (BAP) совместно с 0,25 мг/л 1-нафталинуксусной кислоты (NAA) для эффективной мультипликации побегов (Karakas et al., 2016). Для получения каллусной культуры возможно применять минеральную основу MS с повышенной концентрацией солей макроэлементов в два раза, либо пониженной в два, четыре и восемь раз (Karakas, Bozart, 2020). Для представителя родственного австралийского рода *Swainsona formosa* (G. Don) J. Thompson найдена информация об использовании 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-D) для стимулирования каллусогенеза, BAP и тидиазурон (TDZ) – формирования новых побегов, β-индолилмасляной кислоты (IBA) и NAA – ризогенеза *in vitro* (Jusaitic, 1997).

Цель исследования – разработать технологии микроклонального размножения угрожаемого вида Красной книги Ростовской области *Galega officinalis* L.

Задачи исследования:

1. Подобрать эффективные методики стерилизации первичных эксплантов *G. officinalis in vitro*.

2. Определить эффективные питательные среды для мультипликации *G. officinalis in vitro*.

Материалы и методы

Работа была выполнена на базе Лаборатории клеточных и геномных технологий растений Ботанического сада ЮФУ.

В качестве эксплантов для введения в культуру *G. officinalis* использовались семена, собранные на Питомнике редких и исчезающих растений Ботанического сада ЮФУ.

Для стерилизации семенных эксплантов использовались такие вещества, как этанол 70% и 96% (C_2H_5OH), перекись водорода 3% (H_2O_2), нитрат ртути 0,1% ($Hg(NO_3)_2$), нитрат серебра 0,2% ($AgNO_3$), гипохлорит натрия 20% (NaClO). После обработки семян стерилизующими агентами экспланты промывались в дистиллированной воде в четырехкратной повторности, либо кратковременно производился обжиг в пламени горелки. Использовавшиеся в исследовании методики стерилизации приведены в табл. 1.

Таблица 1. Избранные методики стерилизации семенных эксплантов *G. officinalis*

№	Схема стерилизации
1	C_2H_5OH 70% + H_2O_2 3% 1:1 10 мин – C_2H_5OH 96% 1 сек – обжиг пламенем горелки 1 сек
2	C_2H_5OH 70% + H_2O_2 3% 1:1 10 мин – 0,1% $Hg(NO_3)_2$ 7 мин – H_2O 4 раза по 5 мин
3	C_2H_5OH 70% + H_2O_2 3% 1:1 10 мин – 0,2% $AgNO_3$ 7 мин – H_2O 4 раза по 5 мин
4	NaClO 20% 15 мин – H_2O 4 раза по 5 мин

Семена проращивались на питательной среде MS с добавлением BAP в концентрации 0,5 мг/л (Murashige, Skoog, 1962).

Для стимулирования мультипликации использовались такие минеральные основы, как MS, ½MS, Gamborg & Eveleg (B5) (Gamborg et al., 1968), ½ B5. В качестве

цитокининовых регуляторов роста в среды вносились BAP, *мета*-тополин (*m*T) и кинетин (KIN) в следующих концентрациях: 0,0, 0,5, 1,0, 1,5, и 2,0 мг/л (табл. 2).

Таблица 2. Варианты питательных сред для мультипликации побегов *G. officinalis in vitro*

	MS	**B5**	**½ MS**	**½ B5**
Контроль	0,0	0,0	0,0	0,0
BAP, мг/л	0,5	0,5	0,5	0,5
	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,5	1,5	1,5	1,5
	2,0	2,0	2,0	2,0
***m*T, мг/л**	0,5	0,5	0,5	0,5
	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,5	1,5	1,5	1,5
	2,0	2,0	2,0	2,0
KIN, мг/л	0,5	0,5	0,5	0,5
	1,0	1,0	1,0	1,0
	1,5	1,5	1,5	1,5
	2,0	2,0	2,0	2,0

Пассажи растений производились в ламинар-боксе с использованием стерилизованных инструментов. pH питательных сред доводился до значения 6,30 с помощью 1 М раствора KOH. Стерилизация питательных сред производилась в автоклаве MLS-3751L (Sanyo) при температуре 121°C и давлении 1,5 атмосферы в течение 30 минут. Растения культивировались при постоянной температуре 25°C и 16-часовом фотопериоде.

В ходе эксперимента определялся коэффициент мультипликации – среднее количество побегов на растение. Для полученных значений коэффициента определялась квадратическая ошибка среднего, а также производился сравнительный анализ с применением t-критерия Стьюдента при p=0,05 (Лакин, 1990). Статистический анализ значений данного параметра производился с помощью метода многофакторного дисперсионного анализа ANOVA с применением программ Statistica 13.3 и Microsoft Excel, где в качестве факторов, влияющих на изменение значений параметра являлись: тип минеральной основы, тип регулятора роста, концентрация регулятора роста.

Результаты и обсуждение

В результате апробирования приведенных методик стерилизации семян (табл. 1) выявлена наиболее эффективная – использование смеси этанола и перекиси с последующим обжигом. Применение данной схемы стерилизации привело к стерильности на уровне 100% (рис. 1).

Стерилизация семян нитратами ртути и серебра привела к стерильности 95% и 90% эксплантов соответственно. Применение гипохлорита натрия в качестве стерилизующего агента привело к сравнительно низкому уровню стерильности – 45%

Использование схемы стерилизации №1 оказалось эффективным, семена нормально прорастали. Предполагаем, что обжиг в пламени оказывал не только стерилизующее, но и скарифицирующее действие. Данная методика была успешно апробирована нами на примере другого угрожаемого вида Ростовской области *Hedysarum cretaceum* Fisch. (Бакулин, 2020). Судя по всему, нитраты в схемах №2 и №3 проникали через семенную кожуру эксплантов и повреждали зародыш, так как всхожесть при данных методиках стерилизации была невысокой. Это интересно, так как семенная кожура представителей

трибы Galegeae известна своим мощным слоем палисадных клеток и стойкой твердосемянностью (Попцов, 1976).

Наибольшее значение коэффициента мультипликации для *G. officinalis* выявлено на среде ½MS + 1,5 мг/л *m*T (2,50±0,25 побега на растение), наименьшее – на ½B5 + 2 мг/л BAP (1,05±0,05) (табл. 4).

Рисунок 1. Показатели стерильности семян *Galega officinalis* с применением избранных методик стерилизации

По значению коэффициента среда с наибольшим значением коэффициента достоверно не отличаются от таких вариантов опыта, как: MS + 2,0 мг/л BAP (1,85±0,21), MS + 1,0 мг/л *m*T (2,00±0,26), MS + 1,5 мг/л *m*T (1,90±0,23), B5 + 1,5 мг/л KIN (2,05±0,21), B5 + 2,0 мг/л KIN (1,95±0,29), ½MS + 0,5 мг/л *m*T (2,05±0,21), ½MS + 1,0 мг/л *m*T (2,20±0,30), ½MS + 2,0 мг/л *m*T (2,10±0,20), ½B5 + 0,5 мг/л *m*T (2,35±0,24), ½B5 + 1,0 мг/л *m*T (2,05±0,26).

Результаты дисперсионного анализа указывают на наличие достоверного влияния типа минеральной основы и регулятора роста, а также совместного действия всех факторов на коэффициент мультипликации. Концентрация регулятора роста по результатам анализа не влияет на изменение изучаемого параметра (табл. 5).

Таблица 4. Средние значения коэффициента мультипликации *G. officinalis* на разных питательных средах

		MS	B5	½MS	½B5
Контроль		1,35±0,11	1,45±0,11	1,80±0,17	1,25±0,10
BAP, мг/л	0,5	2,00±0,18	1,35±0,11	1,25±0,10	1,45±0,14
	1,0	1,60±0,17	1,50±0,17	1,30±0,16	1,50±0,17
	1,5	1,85±0,18	1,40±0,15	1,25±0,10	1,15±0,11
	2,0	1,85±0,21	1,25±0,12	1,35±0,13	1,05±0,05
*m*T, мг/л	0,5	1,40±0,18	1,10±0,07	2,05±0,21	2,35±0,24
	1,0	2,00±0,26	1,10±0,07	2,20±0,30	2,05±0,26

	1,5	1,90±0,23	1,25±0,12	2,50±0,25	1,70±0,16
	2,0	1,65±0,18	1,35±0,11	2,10±0,20	1,25±0,10
KIN, мг/л	0,5	1,15±0,11	1,90±0,16	1,40±0,17	1,30±0,13
	1,0	1,10±0,07	1,70±0,21	1,45±0,14	1,55±0,15
	1,5	1,45±0,11	2,05±0,21	1,55±0,21	1,35±0,13
	2,0	1,40±0,13	1,95±0,29	1,70±0,18	1,50±0,22

*Подчеркнуты значения, достоверно не отличающиеся от наибольшего по t-критерию Стьюдента при p=0,05.

Таблица 5. Результаты дисперсионного анализа влияния типов минеральной основы, регуляторов роста и концентрации регуляторов роста на коэффициент мультипликации *G. officinalis*

Эффект	Одномерный критерий значимости для Количество побегов на растение, шт				
	SS	Степени	MS	F	p
Св. член	2889,203	1	2889,203	5328,736	0,000000
Минеральная основа	10,363	3	3,454	6,371	0,000278
Регулятор роста	12,462	2	6,231	11,492	0,000011
Концентрация регулятора роста	3,322	4	0,830	1,532	0,190701
Минеральная основа*Регулятор роста	55,732	6	9,289	17,132	0,000000
Минеральная основа*Концентрация регулятора роста	16,445	12	1,370	2,528	0,002730
Регулятор роста*Концентрация регулятора роста	8,988	8	1,124	2,072	0,035738
Минеральная основа*Регулятор роста*Концентрация регулятора роста	27,385	24	1,141	2,104	0,001460
Ошибка	618,100	1140	0,542		

Примечание. Подчеркнуты значения, обладающее достоверностью при p=0,05.

Графические результаты дисперсионного анализа представлены на Рисунке 2.

Коэффициент мультипликации *G. officinalis* по результатам экспериментов сравнительно невысок и варьирует слабо (табл. 4).

По результатам дисперсионного анализа заметно влияние типа минеральной основы – питательные среды MS и ½MS показывают более высокие значения коэффициента, в

отличие от сред B5 и ½B5 (рис. 2). При этом внешне не было замечено появления признаков нарушения роста с изменением минеральной основы. Уменьшение коэффициента мультипликации на средах B5 и ½B5 возможно объяснить меньшим содержанием аммонийного азота, хотя именно он часто приводит к витрификации и другим нарушениям развития растений в культуре *in vitro* (Bennett et al., 2003). Возможно, такие результаты связаны с приуроченностью *G. officinalis* к сырым почвам, богатым разнообразными элементами минерального питания (Щепкина, 1926).

Тип регулятора роста оказывает влияние на мультипликацию побегов объекта исследования (рис. 2). Определено, что *m*T является наиболее эффективным фитогормоном, стимулирующим мультипликацию побегов *in vitro*, из всех апробированных. При его использовании заметно возрастала интенсивность мультипликации на всех минеральных основах, кроме B5. Растения выглядели здоровыми, лишенными некроза, витрификации и хлороза. Интересно, что KIN почти не оказывал мультиплицирующего действия на *G. officinalis*, но эффективно стимулировал элонгацию побегов и поддерживал растения здоровыми. BAP на всех вариантах минеральных основ вызывал витрификацию растений, хлороз и замедленный рост. Такое явление, скорее всего, является следствием накопления в тканях растений устойчивых токсичных соединений – 6-бензиламинопурин-9-гликозидов (9-B-glucopyransosyl-benzyladenine), которые ингибируют рост и развитие растений (Werbrouck et al., 1995). *m*T менее токсичный фитогормон, улучшающий дальнейшие процессы формирования корней *in vitro* и акклиматизации. *m*T усиливает процессы мультипликации и ризогенеза, не вызывает обводнения тканей, а также повышает успешность акклиматизации растений (Bairu et al., 2007; Strnad et al., 2007).

Не выявлено заметного влияния изменения концентрации регуляторов роста на степень мультипликации и состояние растений объекта исследования *in vitro*. Внесение BAP во всех использованных концентрациях вызывало нарушение роста и развития растений. Использование *m*T и KIN в любых концентрациях поддерживало растения в здоровом состоянии и стимулировало их рост и развитие.

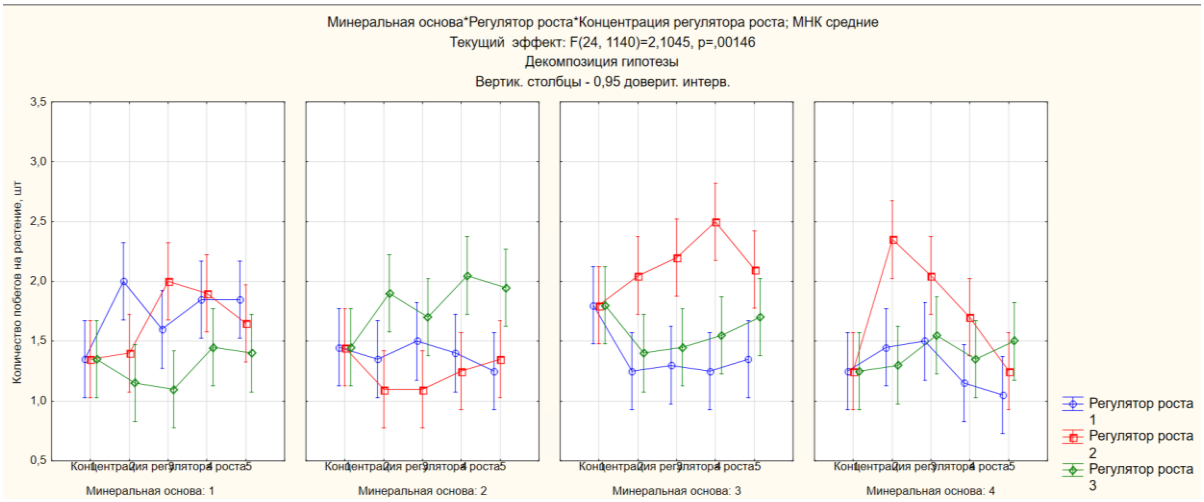


Рисунок 2. Совместное влияние типов минеральной основы, регулятора роста и концентрации регулятора роста на среднее количество побегов *G. officinalis in vitro*

Примечание. Минеральная основа: 1 – MS, 2 – B5, 3 – ½MS, 4 – ½B5. Регулятор роста: 1 – BAP, 2 – *m*T, 3 – KIN. Концентрация регулятора роста: 1 – 0,0 мг/л, 2 – 0,5 мг/л, 3 – 1,0 мг/л, 4 – 1,5 мг/л, 5 – 2,0 мг/л.

Заключение

Таким образом, на данный момент удалось разработать методику стерилизации семенных эксплантов *G. officinalis* для введения в культуру *in vitro*, которая заключается в использовании смеси 70% этанола C_2H_5OH и 3% перекиси водорода H_2O_2 с последующим обжигом семян в пламени горелки. Для стимулирования мультипликации побегов *G. officinalis in vitro* рекомендуется использовать питательные среды MS, ½MS и ½B5 с добавлением 0,5–2,0 мг/л *m*T, для элонгации – различные варианты минеральных основ с внесением 0,5–2,0 мг/л KIN. В дальнейшем планируется продолжить эксперименты по выявлению эффективных питательных сред для ризогенеза *G. officinalis in vitro*.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № 0852-2020-0029.

Список литературы

1. Анищенко Л. В., Федяева В. В., Шишлова Ж. Н., Шмараева А. Н. Коллекция лекарственных и эфирномасличных растений Ботанического сада ЮФУ // Вестник ВГУ. Химия. Биология. Фармация. – 2010. – № 2. – С. 52–60.
2. Бакулин С. Д. Выращивание краснокнижного вида растений Ростовской области Hedysarum cretaceum Fisch. в культуре in vitro // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2020» [Электронный ресурс] / Отв. ред. И. А. Алешковский, А. В. Андриянов, Е. А. Антипов. – Электрон. текстовые дан. (1500 Мб.) – М.: МАКС Пресс, 2020. – UPL: https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2020/index.htm, свободный – Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2020».
3. Васильева Л. И. Род Галега, Козлятник – Galega L. // Флора европейской части СССР. – Л.: Наука, 1987 – Т. 6. – С. 82–84.
4. Галушко А.И. Флора Северного Кавказа: в 3 ч. – Ростов н/Д, Изд-во Рост. ун-та, 1980. – Ч. 2. – 352 с. – Ч. 3. – 328 с.
5. Зозулин Г. М., Пашков Г. Д. Редкие растения Ростовской области // Охрана природы Нижнего Дона. – Ростов-н/Д, Изд-во Рост. Ун-та,1969. – С. 40–45.
6. Красная книга Ростовской области / Министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области: Издание 2-е. Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. – Т. 2. Растения и грибы. – 344 с.
7. Лакин Г. Ф. Биометрия. Издание 4-е, перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1990. – 351 с.
8. Попцов А. В. Биология твердосемянности. М.: «Наука», 1976. – 156 с.
9. Щепкина О. И. Флора Аксайского района, Донского округа, Северо-Кавказского края // Изв. Сев.-Кав. гос. ун-та. – 1926. – Т. 9. С. 20–39.
10. Вісюліна О. Д. Родина Бобові – Leguminosae Juss. // Флора УРСР: В 12 т. – Київ, Вид-во АН УРСР, 1954. – Т. 6. – С. 301–573.
11. Кондратюк Е. Н., Бурда Р. И., Остапко В. М. Конспект флоры юго-востока Украины. – Киев: Наукова думка, 1985. – 272 с.
12. Bairu M. W., Stirk W. A., Dolezal K., & Van Staden J. Optimizing the micropropagation protocol for the endangered Aloe polyphylla: can meta-topolin and its derivatives serve as replacement for benzyladenine and zeatin? // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2007 – Volume 90, Issue 1 – P. 15 – 23.

13. Bennett I., McDavid D. & McComb J. The Influence of Ammonium Nitrate, pH and Indole Butyric Acid on Root Induction and Survival in Soil of Micropropagated Eucalyptus globulus // Biologia Plantarum. 2003 – Volume 47 – P. 355–360.
14. Chokheli V. A., Dmitriev P. A., Rajput V. D., Bakulin S. D., Azarov A. S., Varduni T. V., Stepanenko V. V., Tarigholizadeh S., Singh R.K., Verma K. K., Minkina T. M. Recent Development in Micropropagation Techniques for Rare Plant Species // Plants. 2020 – Volume 9 – P. 1733.
15. Gamborg O. L., Miller R. A. & Ojima K. Nutrient requirements of suspension cultures of soyabean root cells. // Experimental Cell Research 1968 – Volume 50 – P. 151–158.
16. Jusaitis Manfred Micropropagation of adult Swainsona formosa (Leguminosae: Papilionideae: Galegeae) // In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant. 1997 – Volume 33 – P. 213–220.
17. Karakas Fatma Pehlivan, Bozat Bihter Gokce Fluctuation in secondary metabolite production and antioxidant defense enzymes in in vitro callus cultures of goat's rue (Galega officinalis) under different abiotic stress treatments // Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC). – 2020 – Volume 142 – P. 401–414.
18. Karakas Pehlivan Fatma, Günce Sahin, Arzu Turker Enhancement of direct shoot regeneration and determination of bioactive secondary metabolites in leaves of Galega officinalis L. // Turkish Journal of Biology. 2016 – Volume 40 – P. 1311–1319.
19. McCown, B.H. and Lloyd, G. Woody Plant Medium (WPM)—A Mineral Nutrient Formulation for Microculture of Woody Plant Species // HortScience. 1981 - Volume 16 – P. 453–453.
20. Miller F. P. Galega officinalis. – M., ООО «Книга по Требованию», 2010. – 84 с.
21. Murashige T., Skoog F. A. revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures // Plant Physiology. 1962 – Volume 15 – P. 437 – 497.
22. Strnad Miroslav, Hanus Jan, Vanek Tomas, Kaminek Miroslav, Ballantine James A., Fussell Brynley, Hanke David E. Meta-topolin, a highly active aromatic cytokinin from poplar leaves (Populus × canadensis Moench., CV. Robusta) // Phytochemistry. 1997 – Volume 45, Issue 2 – P. 213–218.
23. Werbrouck S. P. O., van der Jeugt B., Dewitte W., Prinsen, E., Van Onckelen H. A., & Debergh P. C. The metabolism of benzyladenine in Spathiphyllum floribundum "Schott Petite" in relation to acclimatisation problems // Plant Cell Reports. 1995 – Volume 14, Issue 10 – P. 662–665.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ

Баранов О.Ю., Падутов В.Е., Каган Д.И, Ивановская С.И., Пантелеев С.В., Разумова О.А., Маркевич Т.С., Можаровская Л.В., Падутов А.В., Кирьянов П.С., Богинская Л.А.
Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель, Беларусь
forestgen@mail.ru

THE MAIN DIRECTIONS OF GENETIC ANALYSIS OF FOREST PLANTS OF BELARUS

Baranov O.Yu., Padutov V.E., Kagan D.I, Ivanovskaya S.I., Panteleev S.V., Razumova O.A., Markevich T.S., Mozharovskaya L.V., Padutov A.V., Kir'yanov P.S., Boginskaya L.A.
Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Belarus
forestgen@mail.ru

Аннотация. Генетика лесных растительных видов в настоящее время переходит с этапа накопления данных на этап активного использования полученных знаний для формирования и проведения практических мероприятий по рациональному использованию, сохранению и воспроизводству лесных генетических ресурсов. В статье рассматриваются основные направления в этой области, которые разрабатываются в Беларуси, и касаются различных аспектов популяционной генетики, селекции, селекционного семеноводства, лесовосстановления и защиты леса.

Ключевые слова: лесные древесные растения, популяционная генетика, селекция, семеноводство, полногеномное секвенирование.

Abstract. The genetics of forest plant species is currently moving from the stage of data accumulation to the stage of active use of the acquired knowledge for the development and implementation of practical measures for the rational use, conservation and reproduction of forest genetic resources. The article discusses the main directions in this area, which are being developed in Belarus. The developments described are related to various aspects of population genetics, breeding, seed production, reforestation and forest protection.

Keywords: forest woody plants, population genetics, breeding, seed production, whole genome sequencing.

Лесные культуры, или леса искусственного происхождения, в настоящее время занимают 25,2% от всей лесопокрытой площади Беларуси. В Государственной программе "Белорусский лес" на 2021-2025 гг. и Стратегическом плане развития лесохозяйственной отрасли Республики Беларусь на период с 2015 по 2030 годы поставлена задача по увеличению долевого участия лесных культур в лесопокрытой площади до 50%, интенсификации ведения в них лесного хозяйства, повышения продуктивности и биологической устойчивости лесов с использованием современных селекционно-генетических технологий.

К настоящему времени, молекулярно-генетические исследования насаждений основных лесообразующих пород как в Беларуси, так и за ее пределами, проведены в значительном объеме, что позволило не только создать систему мониторинга состояния генетических ресурсов, но и установить основные закономерности и механизмы формирования структуры их популяций.

Накопление значительного массива данных и внедрение новых инновационных методологических подходов анализа обусловило переход лесной генетики на новый этап своего развития: не только получения и систематизации данных, но и активной ее части,

связанной с разработкой и проведением практических мероприятий по рациональному использованию, сохранению и воспроизводству лесных генетических ресурсов.

В ходе проведенной нами оценки генетической структуры лесных культур сосны обыкновенной в Беларуси было установлено, что выявляемый у них диапазон уровня генетической изменчивости соответствует природным древостоям, но уступает объектам сохранения генофонда – «плюсовым насаждениям», лесным генетическим резерватам, древостоям особо охраняемых природных территорий. Это свидетельствует от том, что у лесов хозяйственного использования существует определенный резерв для повышения генетического их потенциала. На основании данных об уровне генетической дифференциации между сосняками, произрастающими в различных частях республики, разработаны практические рекомендации по вовлечению в селекционно-генетические мероприятия тех или иных объектов сохранения генофонда.

Важным аспектом для научного обоснования стратегии наследственного улучшения лесов явилось установление закономерностей и механизмов трансформации генетической структуры древостоев на разных этапах их формирования. Было показано, что в древостоях как естественного, так и искусственного происхождения самосев и подрост сохраняют значения популяционно-генетических параметров, характерных для семеносящих деревьев. Так, даже в случае открытого опыления, потомство, полученное от материнских деревьев с более высоким уровнем генетической изменчивости, также характеризовалось повышенными значениями параметров полиморфизма.

В то же время, несмотря на определенную степень преемственности аллельной структуры в ряду поколений, основной трансформации подвергается генотипическая структура древостоев, что связано с адаптационными преимуществами определенных сочетаний генов. Так, например, нами для отдельных групп генов диагностированы достоверные различия по уровню межпопуляционной дифференциации между суходольными и пойменными насаждениями дуба черешчатого, древостоями сосны и ели, произрастающими в различных лесорастительных условиях. И наоборот, при оценке таксационных характеристик дубрав разных генетических линий установлена их приуроченность к определенным климатическим и геоморфологическим условиям, позволяющим формировать высокопродуктивные насаждения.

Наблюдаемая трансформация генетической структуры в естественных условиях, как правило, не носит кратковременный характер, а происходит поэтапно и пролонгирована во времени. Примером этому является исследование генетической структуры сосняков с ограниченной хозяйственной деятельностью. Для древостоев данного типа выявлена положительная корреляция между их возрастом и значениями наблюдаемой гетерозиготности. В то же время, в случае увеличения интенсивности проводимых лесохозяйственных мероприятий, данная закономерность нивелируется, и на изменение значений параметров полиморфизма в большей степени начинает оказывать влияние степень антропогенной нагрузки.

Согласно утвержденной "Программе сохранения лесных генетических ресурсов и развития селекционного семеноводства основных лесообразующих видов на период до 2030 года" с целью повышения наследственного потенциала создаваемых лесов, 50% от общего объема используемого семенного материала для создания лесных культур будет обеспечиваться объектами популяционного семеноводства (постоянные лесосеменные участки, хозяйственные семенные насаждения), а вторая половина будет заготавливаться на лесосеменных плантациях.

Проведенный анализ объектов постоянной лесосеменной базы некоторых лесообразующих древесных растений Беларуси показал, что в своей совокупности они позволяют сохранять запас генетической изменчивости, характерный для вида. Так,

объекты популяционного семеноводства применительно к разным древесным растениям характеризуются широким спектром генетического разнообразия, характерного для естественных древостоев республики. При этом, значения большинства показателей генетического полиморфизма в этих объектах достоверно превышают таковые в лесах хозяйственного использования. Так, средний уровень генетического разнообразия на лесосеменных плантациях сосны обыкновенной соответствует или превосходит параметры генетической изменчивости, характерные для древостоев лесов хозяйственного использования. В то же время установлено, что лесосеменные плантации II порядка характеризуются более широким размахом параметров генетического разнообразия по сравнению с лесосеменными плантациями I порядка. Начиная с 2020 года Министерством лесного хозяйства начат постепенный вывод лесосеменных плантаций I порядка из семенной базы, а для лесосеменных плантаций II порядка определена первоочередность заготовки семенного материала хвойных видов.

Выполненная за прошедший период генетическая инвентаризация объектов постоянной лесосеменной базы (ЕГСК в России) позволила не только оценить их селекционный потенциал, но и определить основные закономерности формирования генетической структуры семенных партий. Установлено, что несмотря на ведущую роль генетической структуры лесосеменных плантаций в определении наследственных характеристик семенного потомства, использование только этого критерия, при создании объектов постоянной лесосеменной базы, не позволяет в полной мере реализовать селекционный потенциал используемого клонового материала «плюсовых» и «элитных» деревьев. Среди факторов, также оказывающих влияние на формирование наследственных характеристик партий семян, важная роль принадлежит системе скрещивания, определяемой фенологическими и репродуктивными особенностями материнских деревьев, а также пространственным размещением клонов (вегетативных потомков) «плюсовых деревьев», обуславливающих структуру эффективного пыльцевого облака. На основании проведенных широкомасштабных исследований разработаны подходы создания лесосеменных плантаций с заданной генетической структурой, что позволяет получать селекционный семенной материал с оптимальными генетическими характеристиками.

Реализация комплексного направления популяционного и плантационного семеноводства позволяет полностью обеспечить потребности предприятий лесного хозяйства Республики Беларусь в семенном материале с улучшенными наследственными свойствами для создания эксплуатационных лесов. При этом, следует отметить, что основной целью большинства проведенных селекционно-семеноводческих мероприятий являлось увеличение биологической продуктивности лесов. В то же время, интенсификация ведения лесного хозяйства предусматривает такое развитие плантационного лесовыращивания, которое основано на создании лесных культур из селекционного посадочного материала с определенными целевыми признаками для нужд целлюлозно-бумажной, лесохимической или энергетических отраслей.

В качестве примера можно провести реализацию мероприятий по разработке селекционно-генетических критериев отбора деревьев сосны обыкновенной по признаку длины целлюлозного волокна. С использованием современных подходов геномного секвенирования, идентифицирован комплекс структурных и регуляторных генов, контролирующих процессы биосинтеза целлюлозы. Параллельно с молекулярно-генетическими исследованиями, выполняется и анатомо-морфологическая оценка индивидуальной и групповой изменчивости, для характеристики наследственного потенциала селектируемого признака. Исходя из выявленного полигенного характера

детерминации данного признака, разработан геномный подход к его селекции, обеспечивающий наибольшую эффективность отбора хозяйственно ценных фенотипов.

Еще одним из реализуемых в настоящее время мероприятий, является молекулярно-генетическая оценка клонов на лесосеменных плантациях ели европейской по ДНК-маркерам, ассоциированными с уровнем содержания флавоноидов в древесине. Это дало возможность определять растения, которые характеризуется повышенной устойчивостью к корневым гнилям, вызываемых еловой корневой губкой. Аналогично генетическая паспортизация деревьев дуба черешчатого с использованием SSR-локусов и EST-маркеров позволила выявить генотипы с повышенной засухоустойчивостью по маркеру DSP1.

Затрагивая вопросы устойчивости лесообразующих видов, нельзя не отметить тот момент, что в последнее время в связи с участившимися климатическими аномалиями, данная проблема приобретает первостепенную значимость, по сравнению с ранее осуществляемой стратегией, направленной на повышение биологической продуктивности. При этом, исходя из биологических особенностей древесных растений, проведение отбора резистентных форм необходимо осуществлять применительно к различным жизненным стадиям: начиная от выращивания посадочного материала в питомниках до возраста спелости.

Проведенные нами молекулярно-фитопатологические исследования показали, что устойчивость древесных растений – это многокомпонентная система, включающая в своем составе широкий спектр эндогенных и экзогенных элементов, основой функционирования которой выступают коэволюционные механизмы взаимодействия растительных и фитопатогенных организмов.

На основании анализа значительного количества фитопатологического материала, нами было показано, что в большинстве случаев, инфекционные заболевания лесных древесных растений не являются моновидовыми, а вызываются комплексом болезнетворных организмов. Инициация процессов патогенеза зачастую сопряжена с первичным негативным действием абиотических факторов или организмов-переносчиков, определяющих ослабление растений или нарушение защитных барьеров. В ходе секвенирования транскриптомов патосистем древесных видов продемонстрировано, что система индуцированной устойчивости включает в себя широкий спектр защитных генов различающихся по происхождению, разнообразию, структурно-функциональным особенностям кодируемых ими полипептидов, что также определяет приоритетность геномного, а не генного подхода в селекции древесных растений по признаку устойчивости для обеспечения формирования у растений резистентности к разнообразным группам фитопатогенных организмов.

В то же время, проведение селекционных мероприятий по признаку устойчивости древесных растений является низкоэффективным без учета патогенных свойств и наследственной изменчивости микроорганизмов. Анализ особенностей метагеномов в случае различных инфекций показал, что функциональные свойства микробиомов, в большей степени определяются не таксономическими характеристиками входящих в них микроорганизмов, а диагностируемыми наследственными детерминантами, кодирующими факторы патогенности и вирулентности, что необходимо учитывать при оценке патосистем.

Кроме инфекционных заболеваний, не менее важным аспектом остаются вопросы предотвращения очагов усыхания, вызванных воздействием неблагоприятных абиотических факторов и насекомых-вредителей. Реализация мероприятий по данным направлениям начата, как с проведением молекулярно-генетической оценки устойчивых форм древесных растений и направленной клеточной селекции культур *in vitro*, так и с

методологическим сопровождением работ в области популяционных исследований вредителей.

Подводя итог всему вышесказанному следует констатировать, что мероприятия, связанные с селектированием хозяйственно значимых признаков древесных пород или сохранением их генетических ресурсов, представляют собой комплексную систему, направленную не только отбор определенных генотипов, но и осуществляющую контроль воспроизводства и реализации данной наследственной информации на всех этапах лесохозяйственной деятельности, начиная с выращивания посадочного материала в лесных питомниках, последующего создания лесных культур и заканчивая формированием полноценных насаждений. При этом особенностью лесообразующих видов от сельскохозяйственных культур является высокая генотипическая гетерогенность их насаждений, что в свою очередь требует использования комбинированных методов, сочетающих семеноводческие и популяционные подходы.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ КРУПНОПЛОДНОГО ПОДСОЛНЕЧНИКА

Гаврилова В.А., Ступникова Т.Г., Шеленга Т.В., Макарова Л.Г, Алпатьева Н.В., Хафизова Г.В., Анисимова И.Н.
[1]Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова,
190000 Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44;
v.gavrilova@vir.nw.ru

GENETIC RESOURCES FOR THE BREEDING OF LARGE FRUIT SUNFLOWER

V.A. Gavrilova, T. G. Stupnikova, T.V. Shelenga, L. G. Makarova, N. V. Alpatieva, I.N. Anisimova
N.I.Vavilov All-Russian Research Institute of Plant Industry (VIR)
42-44, Bolshaya Morskaya Str., 190000 St.Petersburg, Russia
v.gavrilova@vir.nw.ru

Аннотация. Создание исходного материала для селекции отечественных крупноплодных сортов и гибридов является актуальной задачей. Современные российские крупноплодные сорта Лакомка, Бородинский, Донской крупноплодный имеют высокие показатели массы 1000 семян (100 – 125 г). Процент выполненности семянки у этих сортов также высокий (50 – 64%). Самая высокая масса 1000 семян отмечена для сорта Баловень – около 200 г. Самые крупноплодные образцы подсолнечника коллекции ВИР по массе 1000 семян (140 – 185 г) – образцы, полученные из Китая и Казахстана. Процент выполненности их семянок составляет 29 – 30%. Рентгеноскопический анализ показал, что размер ядра у длинноплодных образцов из Китая сравним с таковым у сортов Орешек и Баловень. Созданные линии ВИР 846, ВИР 848, ВИР 859 являются донорами крупноплодности и генов восстановления фертильности пыльцы одновременно и могут быть использованы при селекции гибридов кондитерского использования.

Ключевые слова: Подсолнечник, коллекция, крупноплодность, линии-восстановители фертильности, сорта и гибриды, выполненность семянки, рентгеноскопия, корреляции.

Abstract. The purpose of creating the source material for breeding domestic large-fruited sunflower varieties and hybrids is significant. Modern Russian large-fruited varieties Lakomka, Borodinsky, large-fruited Donskoy have big values of 1000 seed weight (100 - 125 g). The

percentage of plenum (a space in husk filled with a seed) in varieties is also high (50–64%). The highest 1000 seed weight was showed for the variety Baloven - about 200 g. The biggest large-fruited sunflower varieties in VIR collection according to 1000 seed weight (140 - 185 g) were obtained from China and Kazakhstan. The percentage of plenum of their seeds is 29 - 30%. X-ray analysis showed that the size of the nucleus of long-fruiting specimens from China is comparable to those of the Oreshek and Baloven varieties. The created lines VIR 846, VIR 848, VIR 859 are donors of large-fruitedness and pollen fertility restoration genes at the same time, thus they can be used in hybrids selection for confectionery needs.

Keywords: Sunflower, collection, varieties, Rf lines, large-fruitedness plenum.

Кондитерская промышленность ощущает резкий дефицит сырья. Для кондитерских целей используют крупноплодные формы с массой 1000 семян 140-150 г, с хорошей обрушиваемостью (легким обмолотом) и пониженным содержанием масла, соответственно, с повышенным содержанием белка. Созданные российские сорта Кондитерский (селекции ВНИИМК) и Донской крупноплодный (селекции Донского филиала ВНИИМК соответствуют) всем этим требованиям (Тихонов и др, 1992). В 2021 г по результатам Государственного сортоиспытания районированы 756 сортов и гибридов подсолнечника, из которых только 33 являются крупноплодными (Госреестр, 2021). В Соединённых Штатах, Западной Европе, Турции и Китае крупноплодный подсолнечник имеет характерную белую с серыми полосками окраску семянок, что является мировым стандартом, в отличие от отечественных сортов, как масличных, так и кондитерских, семянки которых в большинстве своём чёрного цвета. (Пузиков, Суворова, 2013). Создание нового исходного материала для селекции отечественных крупноплодных сортов и гибридов является актуальной задачей. У лучших высокомасличных сортов сравнительно мелкие семянки (длина 8–14 мм, ширина 4–8 мм, толщина 5–6 мм, масса 1000 семянок – 40–60 г) продолговатой или округло-продолговатой формы, низкая лузжистость (19–25 %), а ядро почти целиком (75–90 %) заполняет внутреннюю полость плода и трудно обрушивается. У кондитерских сортов масса 1000 семянок порядка 70–150 г, форма семянок продолговатая, хорошая обрушиваемость, пониженное содержание масла и повышенное – белка. Семянка выполнена ядром на две третьих полости. Самые крупные семянки имеют длину более 3 см (Анащенко,1971).

Среди 2230 образцов коллекции ВИР мы отобрали 34, которые в результате многолетнего поддержания и ряда пересевов не утратили признак крупноплодности. Из данных образцов была составлена признаковая коллекция. В коллекцию вошли в том числе длинноплодные образцы из Китая. Эти образцы изучали в полевых условиях в течение 3-х лет на Кубанской опытной станции ВИР в Краснодарском крае по массе 1000 семян. К этому материалу были добавлены современные отечественные крупноплодные сорта: Белоснежный, Баловень и Орешек, а также стандарты – Передовик и Мастер. Молекулярный скрининг крупноплодных образцов по гену восстановления фертильности пыльцы (*Rf*) выполнен в отделе Генетики ВИР согласно Методическим указаниям (Анисимова и др., 2010). Для измерения длины, ширины и толщины семянок применялся электронный штангенциркуль. Биохимический анализ на содержание белка, масличности и лузжистости проводился в биохимической лаборатории Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова. Процент белка высчитывали посредством измельчения ядра в мельнице «Пируэт», замачивания материала в петролейном эфире в аппарате Сокслета и высушивания в сушильном шкафу, а после – измеряли с помощью автоматического анализатора Kjeltec Auto 1030. Процент лузжистости высчитывали как отношение веса лузги к весу семянки. Выполненность определяли новым методом – рентгенографическим. С помощью рентгеновского аппарата

в СПбГТУ (ЛЭТИ) были получены снимки, которые позже обрабатывали в специальной программе, созданной студентами данного вуза (Гаврилова, Брач, 2014**)**.

По результатам анализа массы 1000 семян выделены современные кондитерские сорта селекции Всероссийского института Масличных культур (ВНИИМК): Донской Крупноплодный (Донская станция ВНИИМК), Бородинский, СПК и Лакомка (ВНИИМК). Высокие показатели признака также демонстрируют стародавние сорта, такие как Стадион из Болгарии, Гяр-Гяр из Армении и местные образцы из Аргентины. Самая большая масса 1000 семян отмечена для 2-х образцов из Китая и линии ВИР 846. Линии созданы нами путем многократного инбридинга из крупноплодных образцов. При создании линий в каждом поколении инбридинга проводился отбор по крупноплодности, отсутствию ветвления (однокорзиночности), а также по наличию генов восстановления фертильности пыльцы, что контролировалось в потомстве F1, а также с использованием ДНК-маркеров гена *Rf* (Гаврилова и др., 2015). Линии ВИР846, ВИР847, ВИР858, так же, как и образец к-3619, характеризуются светлой окраской семянки с серыми полосками (табл. 1). Масса 1000 семян линий (табл. 1) несколько снижается в результате инбридинга. Однако, у гибридов F1, полученных от скрещивания крупноплодной линии ЦМС ВИР106 с полученными нами линиями восстановителями фертильности пыльцы, масса 1000 семян превышает 100 граммов.

В 2012-2016 годах коллекция была пополнена новыми поступлениями кондитерских сортов и гибридов. Среди них образцы из Китая показали себя как самые крупноплодные, с наивысшими показателями длины семянки – в диапазоне от 17,5 до 20,8 мм (табл. 2). За ними, занимая средние значения, следуют образцы из России: Белоснежный, Баловень и Орешек. Очевидно, что семянки образц**ов** из Китая кк-3744, 3750 и 3753 варьируют по длине, в отличие от китайского местного к-3743, погрешность длины которого составляет лишь $\pm$0,11 мм. Максимальное значение длины отмечено для сорта Хейлудзянский-2 (27,8 мм). Высокие коэффициенты вариации (особенно по объёму семянки) говорят о том, что коллекция весьма разнообразна по всем признакам.

По фактическому содержанию белка в семянках лидируют местные китайские образцы К-3727 и К-3744 с 36,77% и 39,8% соответственно. Лузжистость китайских образцов, как и процент содержания белка, тоже выше, чем у отечественных, что является преимуществом для сортов кондитерского направления.

При помощи рентгеновского аппарата получены снимки семянок крупноплодных образцов (Рис.1). Местный казахстанский образец, Белоснежный (Рис1а), и Орешек (Рис.1б) обладают хорошей выполненностью. Максимальные показатели по параметру выполненность отмечены для сортов Орешек и Баловень (>60 %), в то время как местные китайские образцы имеют выполненность семянки в диапазоне от 19% (к-3727) до 30,08 % (к-3744) (Рис.1 г,д,е). Рентгеноскопический анализ показал, что размер ядра у длинноплодных образцов из Китая сопоставим с таковым у сортов Орешек и Баловень.

Таблица 1. Характеристика крупноплодных сортов подсолнечника и линий из них полученных

№/пп	Название сорта/ № каталога	Происхождение	Частота встречаемости гена Rf (%)	окраска семян	масса 1000 семян средне за (2008-2010), г	Название линии/ № каталога	Частота встречаемости гена Rf (%)	окраска семян	масса 1000 семян (г)	масса 1000 семян F1от скрещивания с ВИР 106 (г)
1	Лакомка/ к-3526	Россия, Краснодар	33,3	темные крупные с серыми полосками	106±9,0	ВИР 850/ к-3780	100	рыжие с белыми полосками	106	-
						ВИР 847/ к-3778	100	серые с белыми полосками	89	101
2	к-3619	США, Северная Дакота	90,9	полосатые светло-серые	100±11,2	ВИР 846/ 3683	100	серые с белыми полосками	109	135
						ВИР 855/ к-3781	100	темные с белыми полосками	110	122
						ВИР 858/ к-3755	100	серые с белыми полосками	109	129
						ВИР 848/ 3729	100	серые	90	114
3	к-3583	Аргентина	90,0	серые с белыми полосками	111±13,5	ВИР 849/ 3779	100	серые с черными полосками	107	90
						ВИР 859/ 3783	100	серые с белыми полосками	80	-
4	к-3581	Украина	50	черные крупные полосатые	103±3,0	ВИР 860/ к-3784	100	коричневые с белыми полосками	90	112
						ВИР861/ к-3787	100	темно-серые	89	-

Таблица 2. Размеры семянок крупноплодных образцов подсолнечника.

№ по каталогу	Образец	Происхождение	Длина, мм	Ширина, мм	Толщина, мм	Объём, мм куб.
2051	Передовик	Россия	10,84	6,50	4,30	1271
3553	Мастер	Россия	11,78	5,42	3,12	834
3683	ВИР 846 Rf	ВИР	12,25	4,58	2,93	688
3716	Орешек	Россия	14,68	8,81	5,19	2813
3717	Белоснежный	Россия	16,35	7,92	4,11	2228
3719	Баловень	Россия	14,42	7,66	5,02	2325
3727	Местный	Китай	26,07	9,31	4,45	4521
3728	Местный	Китай	17,95	8,51	4,77	3052
3740	Местный	Китай	17,50	6,39	3,34	1565
3741	Местный	Китай	20,27	7,50	2,98	1896
3743	Местный	Китай	19,97	10,00	4,59	3842
3744	Местный	Китай	20,24	8,22	4,00	2787
3747	Местный	Китай	18,13	8,59	4,56	2976
3750	Местный	Казахстан	17,46	7,04	3,93	2023
3751	Местный	Китай	21,12	9,81	4,79	4156
3752	Местный	Китай	25,66	6,82	3,62	2655
3753	Хейлудзянский-2	Китай	27,80	9,28	4,29	4638
ср. значение			16,99	7,46	4,11	2333
наим. сущ. разность (НСР)			2,53	0,74	0,31	581
коэффициент вариации, % (CV)			31	21	16	52
min			9,78	4,58	2,93	688
max			27,80	10,00	5,19	4638

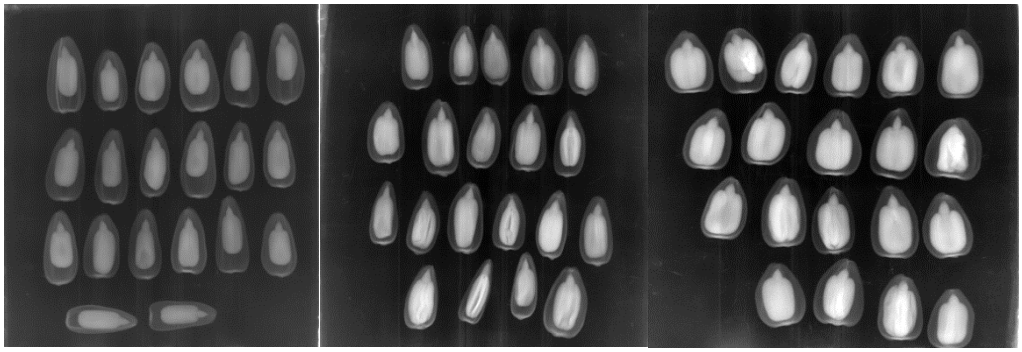
Таблица 3. Содержание белка, масличность, лузжистость и масса 1000 семян крупноплодных образцов подсолнечника.

Номер по каталогу	Образец	Белок на сухое вещество, %	Содержание белка, %	Масличность, %	Лузжистость, %	масса 1000 семян, г
3716	Орешек	28,83	27,80	39,63	30	155
3717	Белоснежный	31,48	30,36	37,76	46,2	130
3727	Местный (Китай)	38,13	36,77	25,51	63,1	90
3719	Баловень	23,59	22,76	25,91	30,2	200
3744	Местный (Китай)	41,27	39,8	49,42	52,5	145
3750	Местный (Казахстан)	24,5	23,63	41,86	44,2	160
3728	Местный (Китай)	26,63	25,69	26,63	53,4	125

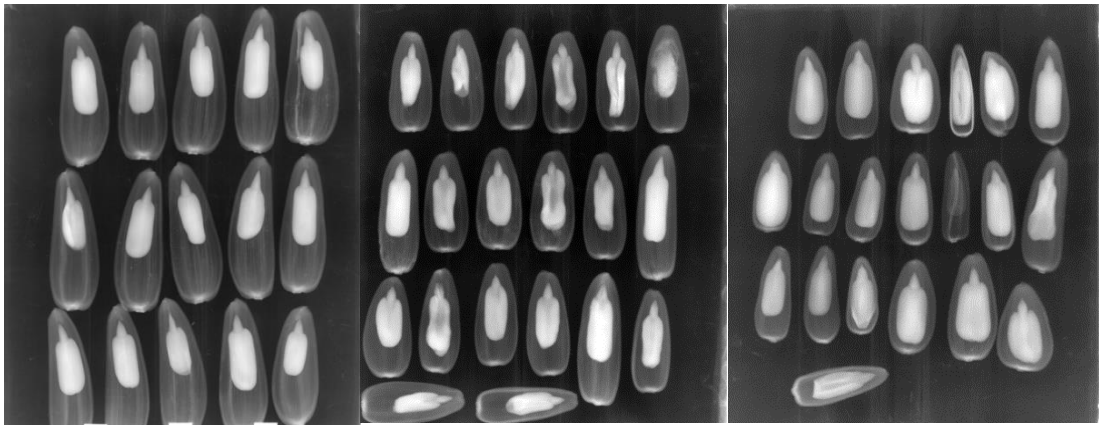
Таблица 4. Показатели выполненности семянок.

Номер по каталогу	Страна	Образец	Выполненность семянки, %	Площадь плода, кв. см
3716	Россия	Орешек	62,03	3,172
3717	Россия	Белоснежный	49,98	3,252
3727	Китай	Местный	19,75	6,783
3719	Россия	Баловень	64,46	2,420
3744	Китай	Местный	30,08	5,212
3750	Казахстан	Местный	46,02	3,879
3728	Китай	Местный	29,39	4,951

В результате проведения корреляционного анализа нами установлено, что на массу 1000 семянок большое влияние оказывают длина и ширина семянки, в то время как толщина не влияет. Между такими параметрами как выполненность семянки и её размер и лузжистость отмечена отрицательная корреляция. Отрицательная взаимосвязь также была отмечена для параметров выполненности и содержания белка. Другой важный признак – содержание белка – положительно коррелирует с длиной, шириной семянки, а также с отношением длины к ширине. Данные результаты свидетельствуют о том, что направления селекции на крупноплодность и на повышенное содержание белка в семенах не противоречат друг другу.



а) Белоснежный (Россия) б) Баловень (Россия) в) Орешек (Россия)



г) к-3727 (Китай) Д) к-3744 (Китай) е) к-3750 (Казахстан)

Рисунок 1. Рентгеноскопические снимки семянок крупноплодных сортов подсолнечника (а – Белоснежный, Россия; б) – Баловень, Россия; в) Орешек, Россия; г) к-3727, Китай; д) к-3744, Китай; е) к-3750, Казахтан

Таким образом, для создания крупноплодных гибридов подсолнечника ВИР может предложить линии – восстановители фертильности пыльцы. Для селекции крупноплодных сортов можно использовать стародавние сорта, не утратившие признак в результате многократных пересевов, и новые образцы из Китая и Казахстана.

Список литературы

1. Анащенко А. В. Длинноплодный подсолнечник Закавказья. Труды по прикл. бот., ген. и сел., 1971. Т. 45. Вып. 2. С. 122–128.
2. Анисимова Н.И., Алпатьева Н.В., Тимофеева Г.И. Скрининг генетических ресурсов растений с использованием ДНК-маркеров:основные принципы, выделение ДНК, постановка ПЦР, электрофорез в арагозном геле./Методические указания под. ред. д-ра биол. наук. Е.Е. Радченко.СПб. ВИР. 25с.
3. Гаврилова В. А., Брач Е.А., Белов П.Е., Грязнов А.Ю. Рентгенография для селекции крупноплодного подсолнечника // Сельское и лесное хозяйство. Агроинженерные системы. 2014. № 3. С. 134–137.
4. Гаврилова В. А. Потенциал коллекции ВИР для селекции крупноплодных сортов и гибридов подсолнечника. Рожкова В.Т., Пепеляева Е.А., Брач Е.А., Мигачева О.Е., Анисимова Н.И. Достижение науки и техники АПК. 2015. Е. 29. № 7. С. 35–38.
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – М.: изд-во Минсельхоз РФ, 2021. Т. 1. Сорта растений. С. 80–101.
6. Бочковой А. Д., Савченко В .Д.. Некоторые аспекты селекционной работы с подсолнечником. Селекция и семеноводство, 1991. № 2. С. 57–60.
7. Пузиков А. Н. Селекция на крупноплодность – новые возможности подсолнечника. Селекция и семеноводство, 2013. Вып. 2. С. 155–156.
8. Тихонов О. И, Бочкарев Н.И., Дьяков А.Б. Биология, селекция и возделывание подсолнечника. М.: изд-во Агропромиздат, 1992. 281 с

ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ПЛАСТОХИНОНА НА ТРАНСКРИПЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ ГЕНОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ В НОРМЕ И ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА

Дуплий Н.Г., Митюков В.Д.

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ, г. Ростов-на-Дону, Россия

duplii@rambler.ru

EFFECT OF PLASTOQUINONE DERIVATIVES ON THE TRANSCRIPTIONAL ACTIVITY OF THE ANTIOXIDANT SYSTEM GENES OF BARLEY PLANTS IN THE NORMAL CONDITIONS AND UNDER THE INFLUENCE OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES

Duplii N.G., Mityukov V.D.

Academy of Biology and Biotechnology named after D.I. Ivanovsky, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

duplii@rambler.ru

Аннотация. В работе исследовали влияние производных пластохинона (SkQ1 и SkQ3) на ростовые показатели 9-ти дневных проростков ячменя (*Hordeum vulgare L.*) и транскрипионную активность генов *Cat A, Cat 2, Sod A, Sod B, Apx, GR* при добавлении наночастиц оксида цинка в концентрациях 300 и 2000 мг/л. В результате выявлено, что

добавление ZnO снижает сухую массу корней на 30-60 %. При обработке SKQ1 уровень экспрессии генов антиоксидантной системы листьев при добавлении наночастицами ZnO в концентрации 300 мг/л повышается до 7 раз, за исключением генов *Sod A*, а при обработке SKQ3 уровень экспрессии всех генов повышается, кроме *Cat 2*. В корнях уровень экспрессии всех изучаемых генов повышается до 8 раз при обработке SKQ1 и SKQ3 при концентрации 300 мг/л. Однако при повышении концентрации ZnO уровень экспрессии падает в 10-18 раз, что говорит об уменьшении концентрации АФК и как следствие реакции растений на окислительный стресс.

Ключевые слова: ячмень (*Hordeum vulgare L.*), производные пластохинона, оксид цинка, наночастицы, окислительный стресс, антиоксидантная система.

Abstract. The study is investigated the effect of plastoquinone derivatives (SkQ1 and SkQ3) on the growth rates of 9-day-old barley (*Hordeum vulgare L.*) seedlings and the transcriptional activity of the genes *Cat A, Cat 2, Sod A, Sod B, Apx, GR* with the addition of zinc oxide nanoparticles. at concentrations of 300 and 2000 mg/l. As a result, it was found that the addition of ZnO reduces the dry weight of the roots by 30-60%. When treated with SKQ1, the level of expression of the genes of the leaf antioxidant system increased up to 7 times after the addition of ZnO nanoparticles at a concentration of 300 mg/L, except for the *Sod A* genes, and when treated with SKQ3, the expression level of all genes, except for *Cat 2*, increased. genes increased up to 8 times when treated with SKQ1 and SKQ3 at a concentration of 300 mg/L. However, with an increase in the ZnO concentration, the expression level drops by 10–18 times, which indicates a decrease in the concentration of ROS and, as a consequence, the response of plants to oxidative stress.

Keywords: barley (Hordeum vulgare L.), plastoquinone derivatives, zinc oxide, nanoparticles, oxidative stress, antioxidant system.

Изучение механизмов защитных систем растений - актуальная проблема, поскольку с каждым годом увеличиваются площади почв, загрязнённых веществами антропогенного происхождения, поступающих в количествах, превышающих природный уровень их поступления (Джуверикян, 2009) Тяжелые металлы (ТМ) уже сейчас занимают второе место по степени опасности, уступая лишь пестицидам, поскольку почвы являются их природными накопителями в окружающей среде (Казакова, 2021) В связи с этим изучение воздействия ТМ на растения представляет собой одну из важнейших задач для сельского хозяйства. Особый интерес представляет изучение влияния наночастиц ТМ биологическая активность которой связана с особенностью строения частиц, их физико-химическими характеристиками и концентрацией (Юрина, 2021).

Действуя на растительный организм, (Shahid, 2014). У высших растений важную роль в процессах снижения негативного влияния АФК играет ферментативная антиоксидантная система. К ферментам растений, нейтрализующих АФК, относят каталазу (CAT), супероксиддисмутазу (SOD), аскорбатпероксидазу (APX) и другие пероксидазы . Производные пластнохинона (SKQ) являются митохондриально-направленными антиоксидантами, повышаюшими устойчивость растений к неблагоприятным факторам (Дуплий, 2018).

Поэтому целью данной работы являлась оценка влияния SKQ1 и SKQ3 на морфофизиологические признаки и уровень экспрессии генов антиоксидантных ферментов у проростков ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare L.*) в нормальных условиях и при обработке наночастицами ZnO.

Задачи исследования:

1. Провести оценку влияния SKQ1 и SKQ3 на ростовые показатели у проростков ячменя в нормальных условиях и при обработке наночастицами ZnO в концентрациях 300 мг/л и 2000 мг/л.

2. Провести сравнительный анализ влияния SKQ1 и SKQ3 на экспрессию генов антиоксидантных ферментов у проростков и корней ячменя в нормальных условиях и при обработке наночастицами ZnO.

Материалы и методы

Объектом исследования служили 9 дневные проростки ячменя обыкновенного (*Hordeum vulgare L.*) сорта Медикум 157 ОС. Семена замачивали в растворах SKQ1 и SKQ3 в концентрации 2,5 нМ в течение 6 часов, а затем помещали в пластиковые контейнеры на влажную фильтровальную бумагу на 36 ч при температуре 25°С. Затем одинаково проросшие семена переносили в воду (контроль) или воду с наночастицами ZnO в двух концентрациях 300 и 2000 мг/л. В связи с тем, что оксид цинка не растворим в воде, ячмень проращивали на шейкере (Helicon, Россия) со скоростью 115 об/мин при температуре 25 °С и освещенности 4±0,5 кЛюкс. После 9 суток измеряли длину корней и ростков, затем помещали растения в сушильный шкаф на 48 часов при температуре 105 °С и измеряли их массу.

Выделение РНК из листьев и корней проростков ячменя проводили по Хомчинскому с использованием набора ExtractRNA (Евроген, Россия). Уровень экспрессии генов *HvSodA, HvSodB, HvGR, HvCatA, HvCat2, HvAPX* определяли с помощью метода ОТ-ПЦР в режиме реального времени. В качестве референсных генов использовали actin b-tubulin (среднегеометрическое значение их пороговых циклов).

Результаты и обсуждение

В таблице 1 суммированы показатели сухой массы и длины стеблей и корней растений ячменя.

Сравнительный анализ результатов, приведенных в таблице, свидетельствует, что сухая масса и длина стеблей достоверно не отличаются во всех вариантах обработки относительно контрольных значений. Однако длина корней и их сухая масса снижается при обработке наночастицами ZnO концентрации 2000 мг/л на 50 % и 40 % соответственно по сравнению с контролем. При добавлении SKQ длина корней также понижается на 50 % при обработке наночастицами окисда цинка высокой концентрации, а сухая масса корней снижается на 30% по сравнению с контролем.

Уровни относительной экспрессии генов антиоксидантно системы в листьях и корнях растений ячменя изменялся неоднородно.

Таблица 1. Морфофизиологические признаки проростков ячменя при добавлении оксида цинка в различных концентрациях, обработанных SKQ

	Контроль	**ZnO 300 мг/л**	**ZnO 2000 мг/л**	**SKQ1 + ZnO нано 300 мг/л**	**SKQ1 + ZnO нано 2000 мг/л**	**SKQ3 + ZnO нано 300 мг/л**	**SKQ3 + ZnO нано 2000 мг/л**
Сухая масса стеблей, мг	20,7 ±2,3	19,6±2,1	17,1±1,6	19,8±1,8	17,4±1,7	20,4±2,1	17,2±1,6
Сухая масса корней, мг	10,5 ±1,4	10,2±1,7	6,3±1,4*	10,0±1,4	7,2±1,3*	10,1±1,2	7,6±1,2*
Длина стеблей, см	13,3±1,1	13,2±1,5	11,3±1,6	13,5±1,4	11,8±1,2	13,9±1,2	13,0±1,3
Длина корней, см	13,2±1,1	11,2±0,9	6,2±0,7*	11,7±1,2	6,3±0,5*	11,8±0,8	6,4±0,9*

*— Различия достоверны ($p<0,05$)

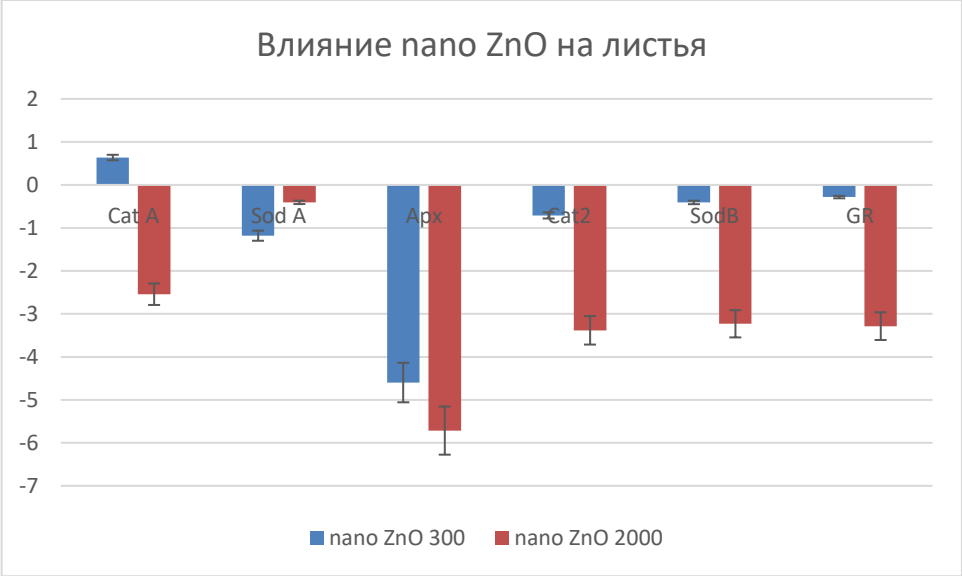


Рисунок 1. Влияние наночастиц ZnO на уровень экспресии генов антиоксидантной системы ячменя в листьях

Как видно на рисунке 1 уровень экспрессии всех исследуемых, кроме *Cat A* при концентрации оксида цинка 300 мг/л понижается в 0,5-6 раз.

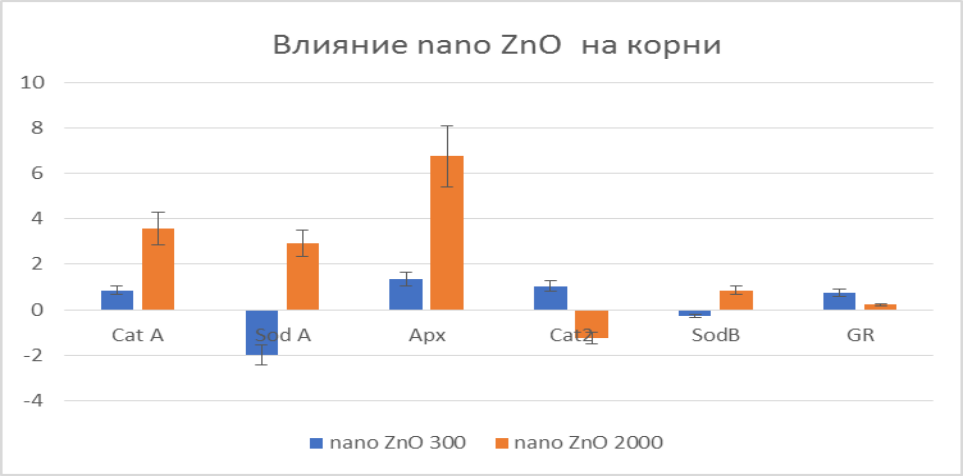


Рисунок 2. Влияние наночастиц ZnO на уровень экспрессии генов антиоксидантной системы ячменя в корнях

На рисунке 2 представлено изменение уровня экспресии исследуемых генов при увеличении концентрации оксида цинка до 2000 мг/л. Как видно, происходит увеличение экспрессии генов *CatA, Apx* и *GR* в 1,5-6 раз. Однако уровень транскрипционной активности генов *Sod A* и *Sod B* при концентрации ZnO 300 мг/л и Cat 2 при концентрации ZnO 2000 мг/л уменьшается в 1,5-2 раза.

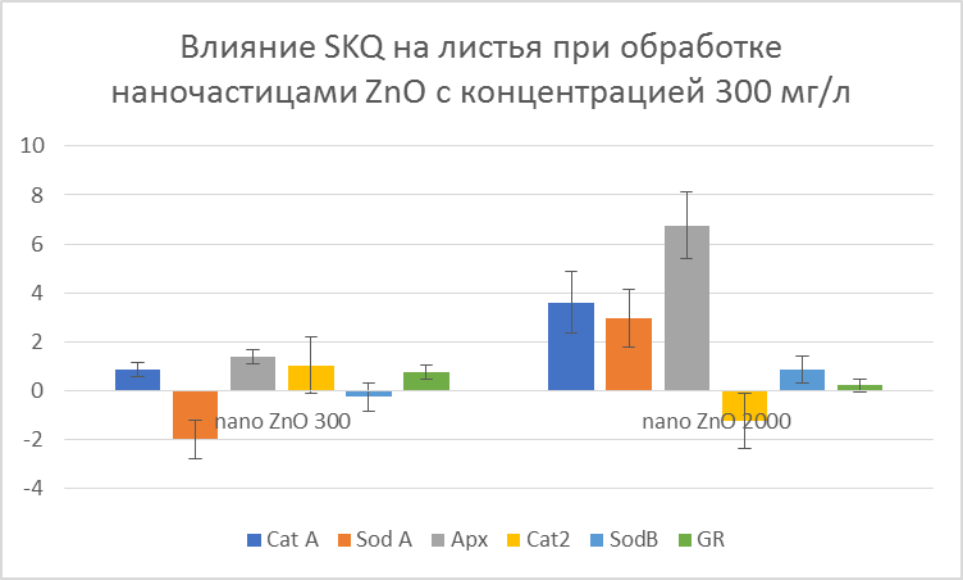


Рисунок 3. Влияние SKQ1 и SKQ3 на уровень экспрессии генов антиоксидантной системы проростков *Hordeum vulgare L.* при обработке наночастицами ZnO в концентрации 300 мг/л

Как видно на рисунке 3 при обработке SKQ1 уровень экспрессии всех исследуемых генов повышается до 7 раз, за исключением генов *Sod A,* а при обработке SKQ3 уровень экспрессии всех генов повышается, кроме *Cat 2*.

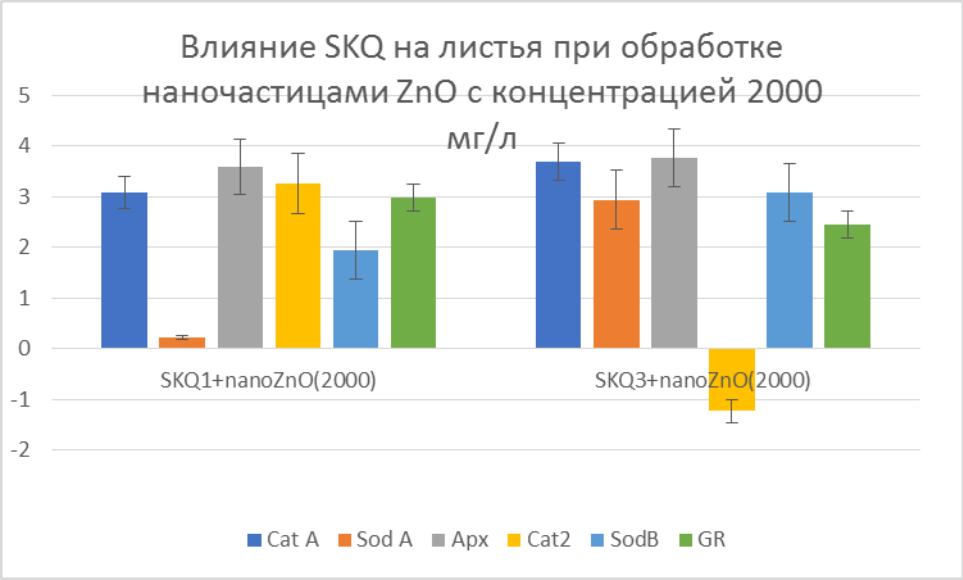


Рисунок 4. Влияние SKQ1 и SKQ3 на уровень экспрессии генов антиоксидантной системы проростков Hordeum vulgare L. при обработке наночастицами ZnO в концентрации 2000 мг/л

Как видно из рисунка при повышении концентрации ZnO возрастает уровень экспрессии всех исследуемых генов при обработке SKQ1 и SKQ3, кроме *гена Cat 2* при обработке SkQ3 с добавлением ZnO 2000 мг/л.

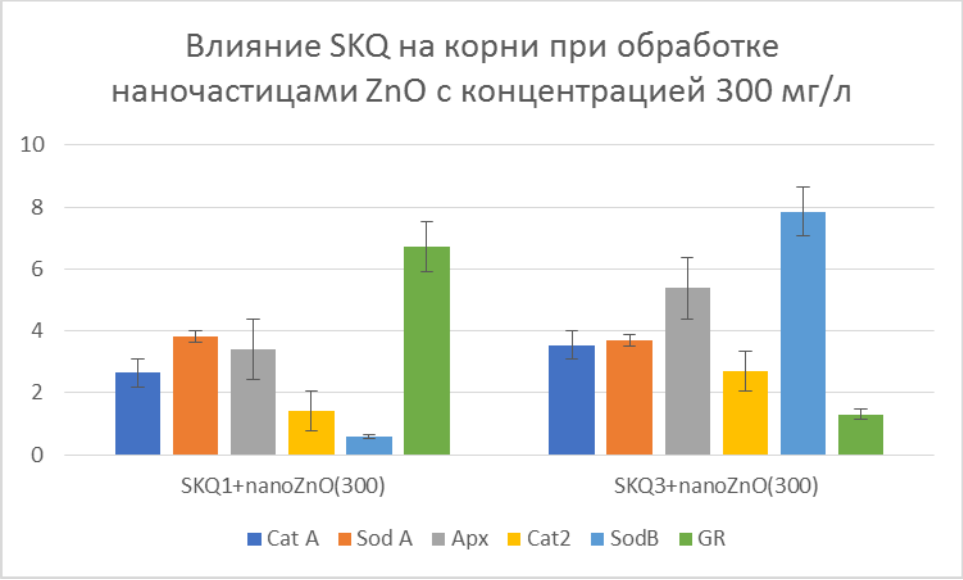


Рисунок 5. Влияние SKQ1 и SKQ3 на уровень экспрессии генов антиоксидантной системы корней Hordeum vulgare L. при обработке наночастицами ZnO в концентрации 300 мг/л

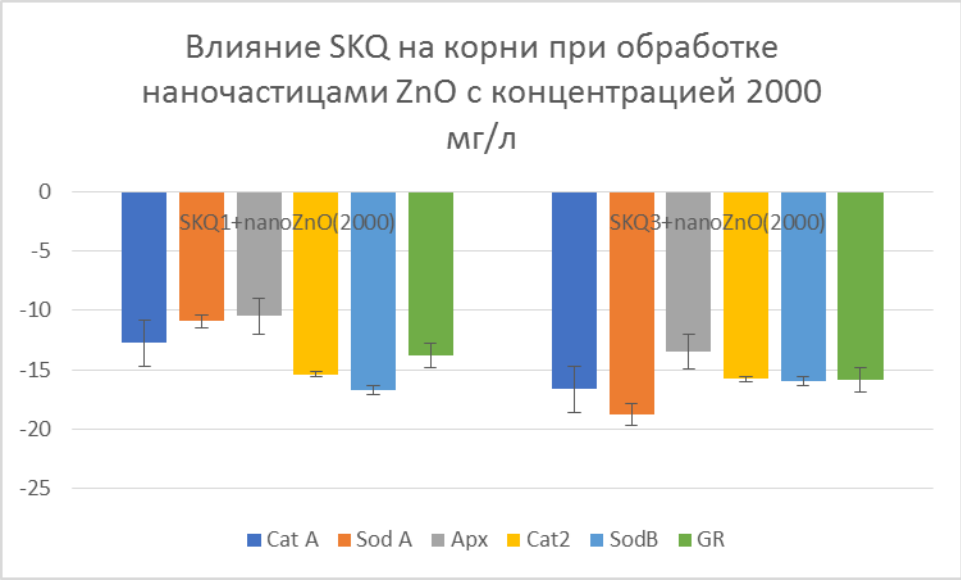


Рисунок 6. Влияние SKQ1 и SKQ3 на уровень экспрессии генов антиоксидантной системы корней *Hordeum vulgare L.* при обработке наночастицами ZnO в концентрации 2000 мг/л

Как следует из рисунков 5 и 6 в корнях растений ячменя уровень экспресии всех изучаемых генов повышается до 8 раз при обработке SKQ1 и SKQ3 при обработке ZnO в концентрации 300 мг/л. Однако при повышении концентрации ZnO уровень экспрессии падает в 10-18 раз, что говорит об уменьшении влияния окислительного стресса.

Выводы

Форма и концентрация оксида цинка, в равной степени повлияли на снижение сухой массы и длины корешков ячменя (на 30-50 %). В то же время ростовые показатели листьев, вне зависимости от малой или большой концентрации оксида цинка (300 и 2000 мг/л), оставались на уровне контрольных показателей.

Корни в большей степени, чем побеги реагируют на воздействие тяжелых металлов, увеличивая концентрацию антиоксидантных ферментов, тогда как в листьях в отдельных случаях наблюдается снижение уровня транскрипционной системы генов антиоксидантной системы.

В корнях растений, обработанных растворами SKQ1 и SkQ3 уровень экспрессии генов антиоксидантной системы уменьшается в 10-18 раз, что свидетельствует о снижении концентрации ферментов окислительного стресса и повышении устойчивости растений.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в области научной деятельности № 0852-2020-0029.

Список литературы

1. Джувеликян Х. А., Щеглов Д. И., Горбунова Н. С. Загрязнение почв тяжелыми металлами. Способы контроля и нормирования загрязненных почв //Воронеж: Воронежского государственного университета. – 2009.
2. Дуплий, Н. Г., Азаров, А. С., Усатов, А. В., Попов, А. С. Эффективность применения SKQ3 (10-(6-метилпластохинонил децилтрифенилфосфония) при возделывании озимой пшеницы и ярового ячменя в условиях Ростовской области. //

Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета - 2018. - №140 С. 60-72.
3. Казакова Н. А., Садретдинова Л. Р., Мухаметшин А. А. Мониторинг содержания тяжелых металлов в почвах придорожных территорий (на примере г. Ульяновска) // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – №. 1-2 (103).
4. Юрина Т. А. и др. Об эффективности предпосевной обработки семян озимой пшеницы наночастицами металлов // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56. – №. 1. – С. 135-145.
5. Shahid M. et al. Heavy-metal-induced reactive oxygen species: phytotoxicity and physicochemical changes in plants // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology.- 2014 -Vol. 232. - P. 1-44.

ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ

Жабатинская Ю.В.[1], Цаценко Л.В.[2]
[1] ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свеклы»
г. Гулькевичи, Россия
E-mail: yulya_mishenko@mail.ru
[2] ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» г. Краснодар, Россия
E-mail: lvt-lemna@yandex.ru

PRODUCTIVITY OF SUGAR BEET IN CONDITIONS OF INSUFFICIENT MOISTURE

Zhabatinskaya Yu.V.[1], Tsatsenko L.V.[2]
[1] FGBNU «Pervomayskaya selection and experimental station of sugar beet» Gulkevichi, Russia
E-mail: yulya_mishenko@mail.ru
[2] «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»
Krasnodar, Russia
E-mail: lvt-lemna@yandex.ru

Аннотация. В данной работе представлены результаты трехлетних исследований по изучению влияния различных способов основной обработки почвы на продуктивность сахарной свеклы в засушливых условиях восточной зоны Краснодарского края. Наилучшие результаты продуктивности сахарной свеклы получены в варианте с безотвальной обработкой почвы с чизелеванием на глубину 35 см.

Ключевые слова: чизелевание, поверхностная обработка, сахарная свекла, сбор сахара, дефицит влаги, способ обработки почвы.

Abstract. This paper presents the results of three years of research on the influence of various methods of basic tillage on the productivity of sugar beet in the arid conditions of the eastern zone of the Krasnodar Territory. The best results of sugar beet productivity were obtained in the variant with non-tillage tillage with chiseling to a depth of 35 cm.

Keywords: chiseling, surface treatment, sugar beet, sugar harvesting, moisture deficiency, method of tillage.

Одним из основных факторов влияющим на продуктивность сахарной свеклы, является влажность почвы. Дефицит влаги является основной причиной ограничивающей продуктивность биомассы и в конечном счете урожайности (Коронкевич, 1973).

Сахарная свекла относится к относительно засухоустойчивым культурам. Культура не требует обильных проливных дождей, но и сильную засуху переносит плохо. На создание единицы сухого вещества она расходует значительно меньше воды, чем пшеница, ячмень, гречиха, картофель и ряд других культур (Алпатьев, 1986).

Во все периоды вегетации сахарная свекла нуждается в достаточном количестве воды. Потребность в воде у растений сахарной свеклы в разные периоды роста, не одинаковая. В период интенсивного роста июль-август, растения особенно нуждаются в большом количестве влаги. Недостаток влаги приводит к увяданию и отмиранию листового аппарата. Когда солнечные лучи особенно сильны, возможны появления ожогов на листьях растений, особенно внешних, расположенных на поверхности. В результате уменьшения листовой поверхности дефицит влаги в листьях замедляет фотосинтез органических веществ до 25%, а при потере влаги листовым аппаратом до 50–60%, синтез органических веществ полностью прекращается (Костюкевич, 2010).

При недостаточном количестве получаемой воды, нарушаются все физиологические процессы происходящие в растениях. Снижаются темпы роста листьев, корнеплоды слабо развиваются, грубеют, в конечном итоге это приводит к низкой урожайности и сахаристости культуры (Шпаар, 2006).

В условиях глобального изменения климата, воздействие засухи и жары на физиологическое состояние и продуктивность растений, станет еще более актуальной проблемой в ближайшие десятилетия (Скуратович, 2021).

Выгодным решением для преодоления этой проблемы является создание и выращивание засухоустойчивых сортов и гибридов сахарной свеклы, что позволит уменьшить негативное влияние климатических явлений, сдерживающих урожаи, в зонах с недостаточным и неустойчивым увлажнением. Так же необходим поиск новых технологических и технических решений, обеспечивающих сохранение плодородия почв и повышение рентабельности производства сахарной свеклы.

На территории Краснодарского края одним из факторов, сдерживающих рентабельность, является дефицит в почве продуктивной влаги из-за часто повторяющейся засухи, что обусловливает неустойчивость производства сахарной свеклы в пространстве и во времени. В полной мере не реализуется потенциал высокопродуктивных гибридов, инновационных технологий их возделывания и прогрессивных систем земледелия (Каштанов, 2011; Логвинов, 2020).

Особенно важно сохранить влагу, накопленную за осенне-зимний период, так как в этот время выпадает основное количество осадков. Для получения высоких и стабильных урожаев в неорошаемых условиях, необходимо использовать правильные агроприемы. От правильно выбранной предпосевной обработки почвы, будет зависеть строение пахотного и подпахотного слоев, которое способствовало бы большему накоплению и сохранению влаги в почве (Бедловская, 2010).

При выращивании сахарной свеклы в основном используется летне-осенняя основная обработка почвы, включающая лущение дисками и глубокую отвальную вспашку на глубину 27-30 и более см. Многие ученые сошлись на мнение что отвальная вспашка необходима только для заделки пласта многолетних трав и подстилочного навоза, на остальных полях без риска потери урожая она может быть заменена поверхностной обработкой почвы.

Глубина предпосевной обработки почвы не бывает равномерной и почти всегда превышает глубину сева, что в свою очередь ведет к разрушению почвенных капилляров. Без обильных продолжительных осадков восстановление капилляров длится месяцами. Способы различных сочетаний и сокращение операций по основной отвальной обработке почвы в последние годы по своему существу получили общее наименование

поверхностной обработки. Широкое распространение получило мульчирование почвы, которое не только снижает темпы эрозии, но и дольше удерживает влагу в почве (Логвинов, 2021).

Цель работы – изучение влияния систем основной обработки почвы на влагообеспеченность растений сахарной свеклы, на примере гибрида Первомайский, которые позволили бы предотвратить или ослабить, последствия засухи.

В ходе выполнения исследования изучались три способа основной обработки почвы:

- вспашка с оборотом пласта на 28-30 см;

- безотвальная обработка (поверхностной обработкой почвы на глубину 3-5 см с последующем чизелеванием на глубину 35 см).

- поверхностная обработка почвы на глубину 5-6 см.

На Первомайской селекционно-опытной станции проводились исследования по изучению влияния систем основной обработки почвы на влагообеспеченность растений сахарной свеклы, которые позволили бы предотвратить или ослабить, последствия засухи.

Территория Первомайской СОС относится к степной и лесостепной зоне. Преобладающими почвами являются слабовыщелоченные малогумусные черноземы. Глубина гумусовых горизонтов достигает 110 - 125 см с содержанием гумуса в пахотном слое 3,1 %. Пахотный слой сравнительно распылён и потому склонен к заплыванию после дождей и образованию поверхностной корки после высыхания. Подпахотный горизонт комковато-зернистого строения. Климат относится к континентальному, характерной особенностью которого являются резкие колебания температуры воздуха, неравномерность распределения осадков, частые и порой длительные суховеи.

Площадь делянок каждого варианта опыта составляла 1,0 га. В качестве контроля был принят вариант со вспашкой на глубину 28-30 см. В вариантах посев и агротехнические приемы по уходу за растениями проводились одними агрегатами и выполнялись в один день. Опыт проводился без внесения удобрений и фунгицидов. Посев производили семенами гибрида Первомайский. Остальные мероприятия по защите растений от вредителей и болезней выполнялись согласно общепринятых рекомендаций по защите сахарной свеклы.

Критериями эффективности применяемых агроприемов являлся дифференцированный показатель продуктивности сбор сахара с 1 га.

Результаты представлены в таблице 1.

Трехлетние исследований показали, что на черноземе типичном, слабогумусном в условиях Первомайской СОС максимальный результат по сбору сахара был получен в варианте №2 поверхностная обработка почвы с чизелеванием. Средняя урожайность гибрида Первомайский составила 51,5 т/га. При сахаристости 15,7% сбор сахара составил 8,4 т/га., что на 1,0 т/га выше, чем на вспашке и на 1,6 т/га выше, чем на варианте с поверхностной обработкой почвы.

Таблица 1. Продуктивность гибрида Первомайский в зависимости от способа основной обработки почвы.

Показатели	Год учета			Среднее за 3 года
	2019	2020	2021	
1. Вспашка почвы, глубина 28-30 см. Контроль.				
Урожайность, т/га	54,3	53,9	33,9	47,4
Сахаристость, %	17,0	14,4	16,4	15,9
Сбор сахара, т/га	9,2	7,8	5,1	7,4
2. Безотвальная обработка почвы (поверхностная обработка с чизелеванием).				
Урожайность, т/га	60,9	44,8	48,8	51,5
Сахаристость, %	17,2	14,7	15,3	15,7
Сбор сахара, т/га	10,5	7,2	7,4	8,4
3. Поверхностная обработка почвы				
Урожайность, т/га	51,1	44,8	45,6	47,1
Сахаристость, %	16,6	14,4	15,1	15,4
Сбор сахара, т/га	6,7	6,4	7,5	6,8

Полученные данные свидетельствуют, что при возделывании сахарной свеклы в условиях восточной зоны Краснодарского края на чернозёмах типичных, слабогумусных в качестве основной обработки почвы предпочтительней использовать безотвальную поверхностную обработку почвы на глубину 5 см с чизелеванием на глубину 35 см.

Список литературы

1. Алпатьев С.М. Водопотребление и режим орошения сельскохозяйственных культур / В кн.: Мелиорация на Украине. - Киев: Урожай, 1986. - С. 201-207.
2. Бедловская Т.В. Влагообеспеченность и продуктивность растений сахарной свеклы в зависимости от агроприемов ее возделывания // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – №. 61. – С. 390-400.
3. Каштанов А.Н. Устойчивое земледелие – основа продовольственной безопасности России // Сахарная свёкла. – 2011. - № 3. – с. 16-17.
4. Коронкевич Н.И. Преобразование водного баланса в СССР // - Москва: Знание, 1973. - 47 с.
5. Костюкевич Т.К. Формирование урожая сахарной свеклы в годы с различными агрометеорологическими условиями // Український гідрометеорологічний журнал. – 2010. – Т. 7. – С. 132-139.
6. Логвинов А.В., Мищенко В.Н., Логвинов В.А., Шевченко А.Г., Бородин А.А., Шувалов А.А., Моисеев В.В. Особенности выращивания гибридов сахарной свеклы в условиях засухи // Сахарная свекла. – 2020. – №. 7. – С. 16-21.
7. Логвинов А.В., Шевченко А.Г. Продуктивность гибридов сахарной свеклы в условиях Западного предкавказья // Инновации в современной науке. – 2021. – С. 67-76.
8. Скуратович Т.А., Майсеня С.В., Павлютина Н.Б., Молчан О.В. Оценка засухоустойчивости селекционного материала сахарной свеклы в лабораторных условиях // Для научных сотрудников, агрономов по защите растений, преподавателей, студентов сельскохозяйственных вузов. – 2021. – С. 263.
9. Шпаар Д., Дрегер Д., Захарченко А. Сахарная свекла (Выращивание, уборка, хранение) // Под общ. ред. Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV Агродело», 2006. – 315с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ДИКОГО ВИНОГРАДА СЕВЕРНОГО КАВКАЗА И СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ ЧЕРНОГО МОРЯ

Звягин А.С., Милованов А.В., Трошин Л.П.
ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина

THE STUDY OF THE WILD GRAPES OF THE NORTHERN CAUCASUS AND THE NORTHERN AREAS OF THE BLACK SEA

Zvyagin A.S., Milovanov A.V., Troshin L.P.
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

Аннотация. Проведено исследование 41 образцов V. vinifera ssp. silvestris, собранных на Северном Кавказе и северных районов Черного моря с использование 9 хлоропаластных микросателлитных праймеров. В ходе исследование описано аллельное разнообразие и выявлены 4 гаплотипа. В ходе исследования аллельного разнообразия диких форм V. vinifera ssp. silvestris Северного Кавказа и северных районов Черного моря было выявлено присутствие уникальных аллелей, которые были выявлены у Азейбарджанской популяции: cpSSR10^{116}(П3), ccSSR14^{203}(П3), ccSSR23^{282}(П3), для Сочинской, Кабардино-балкарской и Дагестанской популяций: cpSSR5^{104}, cpSSR3^{107}, NTCP-8^{249}, ccSSR5^{254} и NTCP-12^{118}. Генетическая идентичность с использованием коэффициента Нея показала, что исследуемые популяции являются однородными, за исключением Кабардино-Балкарской (П8), которая на 100% отличается от Доманской (П4), Горяче-ключевской (П5) и Майкопской (П6).

Ключевые слова: виноград, *V. vinifera* ssp. *silvestris*, хлоропластные микросателлитные праймеры, гаплотип, анализ генетического разнообразия.

Abstract. In the article made the study of 41 V. vinifera ssp. silvestris samples collected in the North Caucasus and near it regions with the use of 9 chloroplast microsatellite primers. Described allelic diversity and identified four haplotypes. During research were found out unique allelic diversity of wild forms of V. vinifera ssp. silvestris Northern Caucuses and near, in Azerbaijan population: cpSSR10^{116}(P3), ccSSR14^{203}(P3), ccSSR23^{282}(P3), and for Sochi, Kabardino-Balkaria and Dagestan populations: cpSSR5^{104}, cpSSR3^{107}, NTCP-8^{249}, ccSSR5^{254} and NTCP-12^{118}. Genetic identity with the use coefficient of Nei shown that populations have the same origin except Kabardino-Balkaria (P8), which 100% different from Domansk (P4), Gorachiy - Kluch (P5) and Maykopskoy (P6).

Keywords: grapes, V. vinifera ssp. silvestris, chloroplast microsatellite primers, haplotype, genetic diversity analysis.

Введение. Считается, что любое культурное растение произошло от дикого предка. Поэтому по этим диким предкам часто можно судить о месте происхождения культурного растения и об его эволюции. Виноград — чрезвычайно пластичное растение, и поэтому дикие родичи культурного винограда, сохранившиеся с третичного периода, обильно произрастают и в настоящее время в области древнего Средиземья, охватывая большой ареал (Zohary, 1975).

При этом рост биоразнообразия семейства *Vitaceae* заметно возрастает, появляются новые данные о расширяющемся генофонде культурного и дикорастущего винограда *Vitis vinifera* L., одновременно возникают новые методы анализа такого разнообразия. Но вопрос о происхождении культурного винограда остается пока еще не решенным. Исследования проблемы происхождения винограда ведутся уже достаточно давно, большое количество работ было сделано в мире на эту тему, при этом единой концепции

происхождения винограда нет. Из всех зон, с точки зрения изучения биологического разнообразия виноградных лоз, наиболее перспективной считается территория Северного Кавказа и Причерноморья (южные и северные регионы Черного моря).

Исследование данного региона важно по ряду причин:

1. Наличием большого разнообразия традиционных местных сортов (порядка 1500 наименований), существующих в регионе, часть из которых представляет ботаническую и биолого-хозяйственную ценность;

2. Предполагаемой необходимостью привлечения этих сортов для улучшения современных европейских сортов;

3. Существованием предка культурного винограда *V. vinifera* ssp. *silvestris* Gmel. внутри региона.

Лианы этого подвида распространены на территории Евразии и Кавказе, в том числе в Краснодарском крае (Трошин Л.П. 1999, Звягин А.С. 2010). Поэтому, исходя из соображений о происхождении мирового сортового состава, проводилось исследование и отбор образцов из нескольких локаций в местах, как считается, прямого приручения дикого винограда (*Vitis vinifera* ssp. *silvestris* Gmel.) на Северном Кавказе, а также образцов дикого винограда северных районов Черного моря.

Материалы и методы. Всего в нашей работе был исследован 41 образец, разбитые на 10 популяций: П1 – популяция дикого винограда, отобранная в г. Абинске (абинская популяция), Россия; П2 – популяция дикого винограда, отобранная в Армении (армянская популяция); П3 – популяция дикого винограда, отобранная в Азербайджане (азербайджанская популяция); П4 - популяция дикого винограда, отобранная в пос. Доманка (доманская популяция), Россия; П5 - популяция дикого винограда, отобранная в г. Горячий Ключ (горяче-ключевская популяция), Россия; П6 – популяция дикого винограда, отобранная в г. Майкопе (майкопская популяция), Россия; П7 – популяция дикого винограда, отобранная в г. Сочи (сочинская популяция), Россия; П8 – популяция дикого винограда, отобранная в Кабардино-Балкарии (кабардино-балкарская популяция), Россия; П9 – популяция дикого винограда, отобранная в Туркменистане (туркменистанская популяция), Туркменистан; П10 – популяция дикого винограда, отобранная в Дагестане (дагестанская популяция), Россия.

ДНК из листьев собранных образцов выделяли ЦТАБ-методом, модифицированным для виноградной культуры (Звягин А.С. 2010). Для анализа генетического разнообразия были использованы 9 хлоропластных микросателлитных маркеров: cpSSR3, cpSSR5, cpSSR10, ccSSR5, ccSSR9, ccSSR14, ccSSR23, NTCP8, NTCP12 (Weising K. 1999). ПЦР проводили по параметрам, также опубликованным Weising K. 1999. Амплификация была проведена в амплификаторе 2720 Thermal Cycler фирмы Applied Biosystems.

Определение фрагментов и анализ данных был выполнен на секвенаторе MegaBASE (Amersham Biosciences, Великобритания), используя ETROX в качестве молекулярного маркера веса.

Для оценки генетического разнообразия использовали следующие показатели: коэффициент генетической дистанции Нея (Nei M. 1973) и средняя генетическая дистанция между образцами (Eliades N-G2009, Goldstein D.B. 1995, Morgante M. 1998).

Результаты исследований. В ходе исследования все локусы проявили разный уровень полиморфизма в исследуемых популяциях. Так исследование праймера cpSSR5 показало присутствие двух аллелей у исследуемых популяций дикого винограда: $cpSSR5^{104}$ и $cpSSR5^{105}$ (табл. 1.)

Таблица 1. Частота встречаемости аллелей у *V. vinifera* ssp. *silvestris* Северного Кавказа и северных районов Черного моря.

Праймер	Аллель	Популяции									
		*П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
cpSSR5	104	*–	–	–	–	–	–	0,33	1,00	–	0,50
	105	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	–	1,00	0,50
cpSSR10	114	0,15	–	0,33	1,00	1,00	1,00	0,67	–	–	–
	115	0,85	1,00	–	–	–	–	0,33	1,00	1,00	1,00
	116	–	–	0,67	–	–	–	–	–	–	–
cpSSR3	106	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	–	1,00	0,50
	107	–	–	–	–	–	–	0,33	1,00	–	0,50
NTCP-8	248	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	–	1,00	0,50
	249	–	–	–	–	–	–	0,33	1,00	–	0,50
ccSSR5	254	–	–	–	–	–	–	0,33	1,00	–	0,50
	255	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	–	1,00	0,50
ccSSR9	165	0,85	1,00	0,67	–	–	–	0,33	1,00	1,00	1,00
	166	0,15	–	0,33	1,00	1,00	1,00	0,67	–	–	–
ccSSR14	201	0,15	–	0,33	1,00	1,00	1,00	0,67	–	–	–
	202	0,85	1,00	–	–	–	–	0,33	1,00	1,00	1,00
	203	–	–	0,67	–	–	–	–	–	–	–
NTCP-12	118	–	–	–	–	–	–	0,33	1,00	–	0,50
	119	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	–	1,00	0,50
ccSSR23	280	0,15	–	0,33	1,00	1,00	1,00	0,67	–	–	–
	281	0,85	1,00	–	–	–	–	0,33	1,00	1,00	1,00
	282	–	–	0,67	–	–	–	–	–	–	–

Распространенным является аллель cpSSR5^{105} – присутствует в 9 популяциях из 10 (за исключением кабардино-балкарской популяции – П8). С частотой 100% встречается в абинской (П1), армянской (П2), азербайджанской (П3), доманской (П4), горяче-

ключевской (П5), майкопской (П6) и туркменистанской (П9). Аллель cpSSR5^{104} встречается в 3 популяциях: сочинской (П7), дагестанской популяции (П10) и кабардино-балкарской (П8). Одновременно оба аллеля были выявлены у сочинской (П7) и дагестанской (П10) популяциях. При этом у форм дикого винограда, отобранных в г. Сочи (Р7), аллель cpSSR5^{104} встречается с частотой 33%, а аллель cpSSR5^{105} – 67%. Также в дагестанской (Р10): cpSSR5^{104} и cpSSR5^{105} присутствуют с одинаковой частотой по 50%, что говорит о том, что она является смешенной с равной вероятностью происхождения из разных генетических источников. Праймер cpSSR10 показал присутствие трех аллелей в данных популяциях: cpSSR10^{114}, cpSSR10^{115} и cpSSR10^{116}. Аллель cpSSR10^{114} присутствует в 6 популяциях из 10: не встречается в армянской (П2), кабардино-балкарской (П8), туркменистанской (П9) и дагестанской популяции (П10). В доманской (П4), горяче-ключевской (П5) и майкопской (П6) популяциях присутствует с частотой 100%. Редким является аллель cpSSR10^{116} – встречается только у диких форм из Азербайджана (П3). Оба аллеля выявлены в популяциях: абинской (П1) – при этом преобладает аллель cpSSR10^{115} – 85%, а cpSSR10^{114} составляет всего 15%, что говорит о недавнем привнесении в данную популяцию, также для сочинской (П7), у которой присутствуют cpSSR10^{114} (67%) и cpSSR10^{115}(33%). Азербайджанская (П3) характеризуется присутствием уникального аллеля - cpSSR10^{116} с частотой встречаемости 67%. Редко в исследуемых популяциях встречается аллель cpSSR3^{107}: сочинской (П7) – 33%, кабардино-балкарской (П8) – 100 % и дагестанской (П10) – 50%. Аллель cpSSR3^{107} присутствует с частотой в 100% у абинской (П1), армянской (П2), азербайджанской (П3), доманской (П4), горяче-ключевской (П5), майкопской (П6) и туркменистанской (П9). Оба аллеля встречаются в сочинской (П7) и дагестанской (П10). При этом у форм дикого винограда, отобранных в г. Сочи (П7), аллель cpSSR3^{106} встречается с частотой 67%, а аллель cpSSR3^{107} – 33%. У дагестанских форм (П10) аллели cpSSR3^{106} и cpSSR3^{107} присутствуют с одинаковой частотой по 50%, что говорит о том, что данная популяция является смешенной, с равной вероятностью происхождения из разных источников. Редким является аллель NTCP-8^{249} - встречается в популяциях дикого винограда: сочинской (П7), кабардино-балкарской (П8) – 100 % и дагестанской (П10). Аллель NTCP-8^{248} является распространенным и присутствует с частотой в 100% в следующих популяциях: абинской (П1), армянской (П2), азербайджанской (П3), доманской (П4), горяче-ключевской (П5), майкопской (П6) и туркменистанской (П9). Оба аллеля встречаются в популяциях сочинская (П7) и дагестанская (П10). При этом у популяции дикого винограда, отобранной в г. Сочи (П7), аллель NTCP-8^{248} встречается с частотой 67%, а аллель NTCP-8^{249} – 33%, в дагестанской (П10): NTCP-8^{248} и NTCP-8^{249} присутствуют с одинаковой частотой по 50%, что говорит о том, что данная популяция является смешенной с равной вероятностью происхождения из разных источников.

На основе данных о частоте встречаемости аллелей 9 хлоропластных микросателлитных праймеров были составлены гаплотипы, характерные для исследуемых популяций (таблица 2).

Всего было выявлено четыре гаплотипа, наиболее распространенными у исследуемых популяций дикого винограда *V. vinifera* ssp. *silvestris* на Северном Кавказе и северных районов Черного моря являются гаплотип-3: встречается 18 раз и гаплотип-2 – 15 раз. Реже встречается гаплотип-4 – 2 раза. Промежуточное положение занимает гаплотип-1 – встречается 6 раз

Таблица 2. Частота встречаемости гаплотипов в популяциях дикого винограда *V. vinifera* ssp. *silvestris* Северного Кавказа и северных районов Черного моря Кавказа.

Гаплотип	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10
Гаплотип-1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	1,00	0,00	0,50
Гаплотип-2	0,15	0,00	0,33	1,00	1,00	1,00	0,67	0,00	0,00	0,00
Гаплотип-3	0,85	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,50
Гаплотип-4	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

В результате исследования популяций V. vinifera ssp. silvestris на Северном Кавказе и северных районов Черного моря был выявлен следующий гаплотипный состав (табл.2). Для абинских форм *V. vinifera* ssp. *silvestris* (П1) характерны 2 гаплотипа: гаплотип-2 (15%) и гаплотип-3 (85%). В состав азербайджанской популяции *V. vinifera* ssp. *silvestris* (П3) входят два гаплотипа: редкий гаплотип-4, характерный только для этой группы диких форм, с частотой встречаемости 67% и гаплотип-2 – 33%. Для доманской популяции *V. vinifera* ssp. *silvestris* (П4) характерен гаплотип-2 (100%). Горяче-ключевская популяция *V. vinifera* ssp. *silvestris* (П5) включает в себя гаплотип-2 (100%). Для популяции *V. vinifera* ssp. *Silvestris*, собранной в г. Майкопе (П6), характерен гаплотип-2 (100%).

Сочинская популяция *V. vinifera* ssp. *silvestris* (П7) состоит из двух гаплотипов: гаплотип-1 (33%) и гаплотип-2 (67%). Кабардино-балкарская популяция *V. vinifera* ssp. *silvestris* (П8) состоит полностью из гаплотипа-1 (100%). Туркменистанская популяция *V. vinifera* ssp. *silvestris* (П9) включает гаплотипа-3 (100%). Популяция дикого винограда, отобранная в Дагестане (П10), представляет собой смесь двух гаплотипов с одинаковой частотой встречаемости по 50% и состоит из двух гаплотипов: гаплотип-1 и гаплотип-3 (табл. 2).

По показателю идентичности Нея идентичными являются все популяции, кроме кабардино-балкарской (П8). Данная популяция полностью (100%) отличается от доманской (П4), горяче-ключевской (П5) и майкопской (П6).

В ходе исследования генетической дистанции Нея видна четкая дифференция диких популяций винограда на Северном Кавказе и северных районов Черного моря.

Исходя из данных на рисунке 1 видно, что выделились две группы близкородственных популяций: так, в правой верхней части концентрируются вместе абинская (П1), армянская (П2) и туркменистанская (П9); вторая группа – доманская популяции (П4), горяче-ключевская (П5) и майкопская (П6). Также отчетливо видна между данными популяциями промежуточная, которая возможно была переходной в эволюционном развитии - сочинская популяция (П7). Наиболее отдаленными являются азербайджанская (П3) и кабардино-балкарская (П8), дагестанская (П10) популяции.

Согласно проведенному филогенетическому анализу (рисунок 2), изученные дикие формы выделяются в два больших кластера. В то же время кабардино-балкарская (П8) и дагестанская (П10) популяции разных регионов также объединяются между собой, что хорошо соотносится с данными, полученными на основе метода главных компонент.

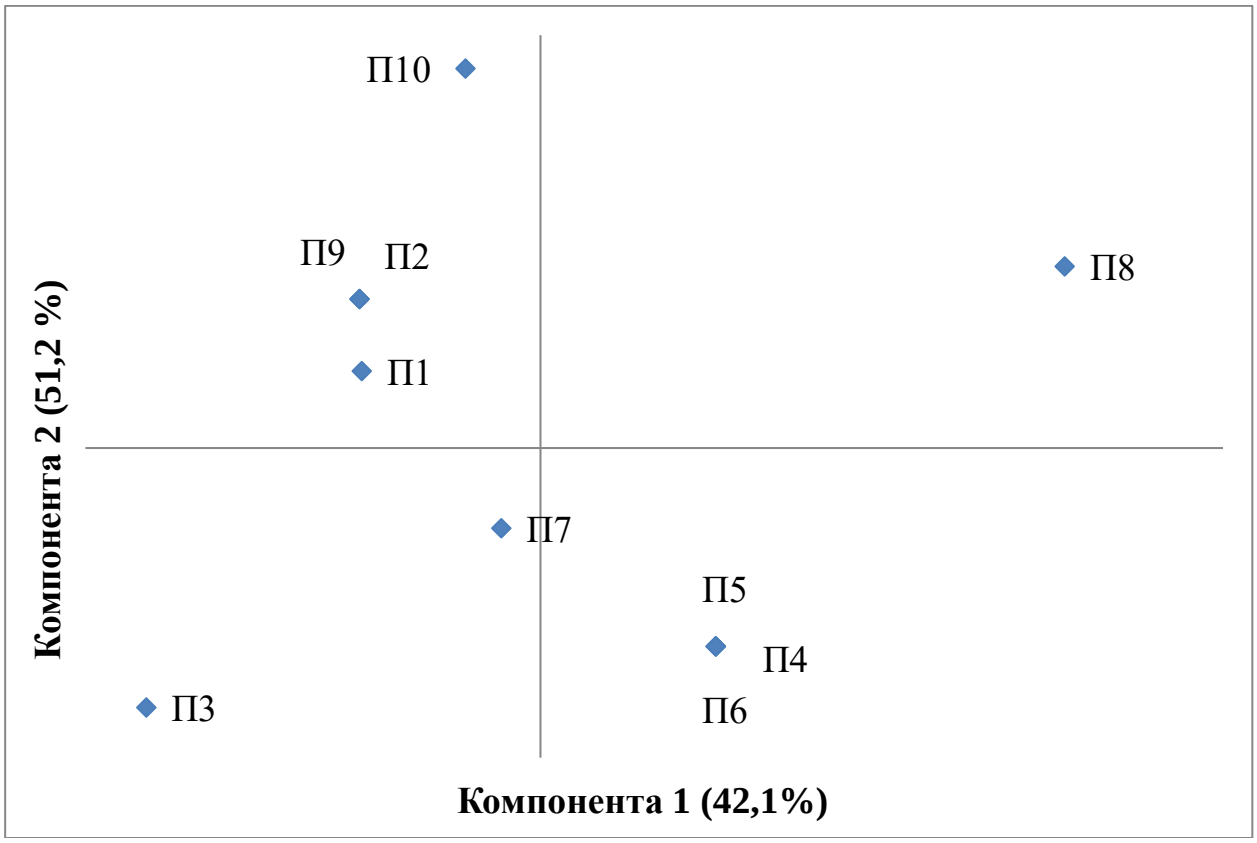


Рисунок 1. Генетическая дифференциация исследуемых популяций *V. vinifera* ssp. *silvestris* Северного Кавказа и северных районов Черного моря

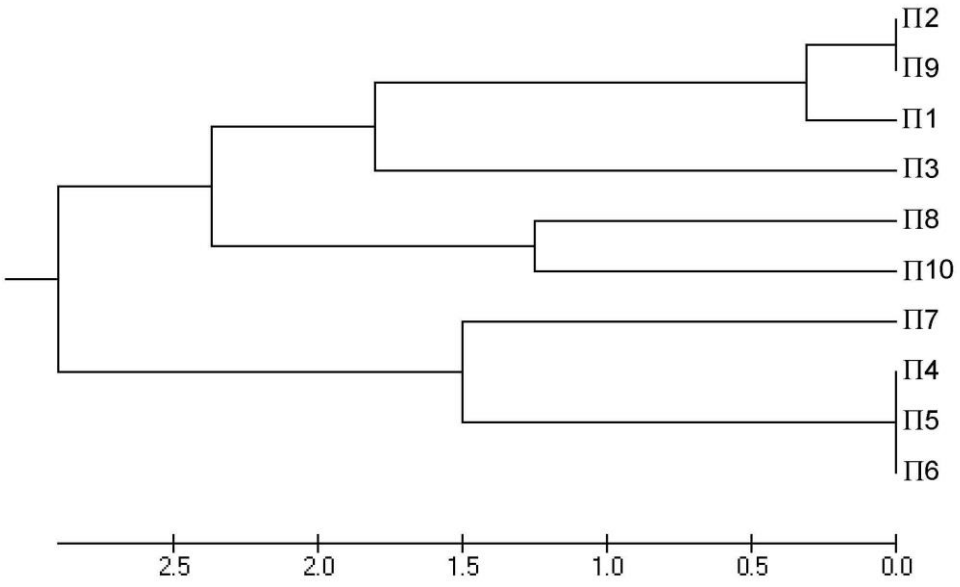


Рисунок 2. Консенсусная дендрограмма исследуемых популяций *V. vinifera* ssp. *silvestris* Северного Кавказа северных районов Черного моря, построенная по методу объединения ближайших соседей

При этом генетическое разнообразие исследуемых популяций достаточно слабое. Слабое генетическое разнообразие свидетельствует о том, что вся генетическая дифференциация реализуется внутри популяций. Это видно из суммарных значений

коэффициентов: Hs = 16,4%, но присутствие многих разных аллелей внутри популяций в совокупности дает высокие значения межпопуляционное значение (D_{ST} = 51,3 %), отсюда получается высокое общее генетическое разнообразие всех популяций ($H_T = D_{ST} + H_S$) и H_T= *67,7%* (рисунок 3). Генетическое разнообразие популяции благодаря внутренним различиям среди образцов одной популяции (D_{ST}) по сравнению с другими популяциями было высокое во всех популяциях в пределах от 0,036 для сочинской популяции (П7) до 0,073 (П8).

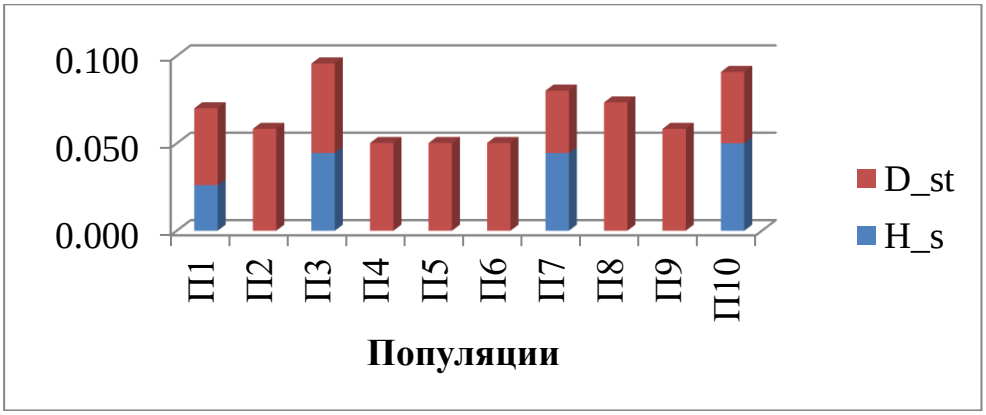


Рисунок 3. Генная дифференциация популяций V. vinifera ssp. silvestris Северного Кавказа и северных районов Черного моря.

Такие же результаты показал анализ молекулярной дисперсии (AMOVA).

Результаты молекулярной изменчивости показали, что на межпопуляционные различия приходиться 53% всей генетической дифференциации, а на внутри популяционные различия приходиться 47%.

Таблица 3. Молекулярный анализ дисперсии (AMOVA) популяции *V. vinifera* ssp. *silvestris* на Северном Кавказе северных районов Черного моря Кавказа.

Показатель	df	SS	MS	Est. Var.	%
Межпопуляционные различия	9	44,820	4,980	1,065	53%
Внутри популяционные различия	31	28,936	0,933	0,933	47%
Всего	40	73,756		1,998	100%

Выводы. В ходе исследования аллельного разнообразия диких форм *V. vinifera* ssp. *silvestris* Северного Кавказа и северных районов Черного моря было выявлено присутствие уникальных аллелей, которые были выявлены только у азейбарджанской популяции: cpSSR10^{116}(П3), ccSSR14^{203}(П3), ccSSR23^{282}(П3). Также редкие аллели характерны для сочинской, кабардино-балкарской и дагестанской популяций: cpSSR5^{104}, cpSSR3^{107}, NTCP-8^{249}, ccSSR5^{254} и NTCP-12^{118}.

На основе аллельного разнообразия было выявлено четыре гаплотипа, наиболее распространенными являются гаплотип-3: встречается 18 раз и гаплотип-2 – 15 раз. Реже встречается гаплотип-4 – 2 раза. Промежуточное положение занимает гаплотип-1 - встречается 6 раз.

Для каждой популяции выявлен свой уникальный гаплотипный состав. Полиморфными являются: абинская популяция *V. vinifera* ssp. *silvestris* (П1), которая состоит из гаплотип-2 (15%) и гаплотип-3 (85%); азейбарджанская популяция (П3), состоящая из гаплотип-2 (33%) и гаплотип-4 (67%); сочинская (П7), состоящая из

гаплотип-1 (33%) и гаплотип-2 (67%); дагестанская (П10), состоящая из гаплотип-1 и гаплотип-3.

Мономорфными являются кабардино-балкарская (П8) состоит из гаплотип-1; доманская (П4), горяче-ключевская (П5), майкопская (Р6) состоящие из одного гаплотипа-2; туркменистанская популяции *V. vinifera* ssp. *silvestris* (П9) состоящая полностью из гаплотипа-3 (100%).

Для оценки генетических взаимоотношений использовали метод главных компонент (PCA). Исходя из данных видно, что выделились две группы близкородственных популяций: так, в правой верхней части концентрируются вместе абинская (П1), армянская (П2) и туркменистанская (П9); вторая группа – доманская популяции (П4), горяче-ключевская (П5) и майкопская (П6).

Также отчетливо видна между данными популяциями промежуточная, которая возможно была переходной в эволюционном развитии - сочинская популяция (П7). Наиболее отдаленными являются азербайджанская (П3) и кабардино-балкарская (П8), дагестанская (П10) популяции.

В целом все остальные популяции взаимосвязаны друг с другом. Общее генное разнообразие очень высокое и составляет 67%. При этом 60 % приходиться на межпопуляционные различия, в то время как на внутрипопуляционные различия приходится 40%.

Генетическая идентичность с использованием коэффициента Нея показала, что исследуемые популяции *V. vinifera* ssp. *Silvestris* являются однородными, за исключением Кабардино-Балкарской (П8), которая на 100% отличается от доманской (П4), горяче-ключевской (П5) и Майкопской (П6).

Список литературы

1. Звягин А.С. Молекулярно-генетические исследования дикорастущего винограда Северного Кавказа. – Краснодар: Труды Кубанского государственного аграрного университета, № 4 (25), 2010 – 114-117 с.
2. Трошин Л.П. Ампелография и селекция винограда. – Краснодар: РИЦ «Вольные мастера», 1999. – 138 с.: цв. вкладка.
3. Eliades N-G., Eliades D. G. HAPLOTYPE ANALYSIS: software for analysis of haplotypes data // Distributed by the authors. Forest Genetics and Forest Tree Breeding, Georg-Augst University Goettingen, Germany. – 2009. – P. 1-20.,
4. Goldstein D.B. An evaluation of genetic distances for use with microsatellite loci / D.B. Goldstein, A.R. Linares, L.L. Cavallisforza, M.W. Feldman // Genetics. – 1995. - № 139. - P. 463-471.
5. Morgante M. Analysis of hypervariable chloroplast microsatellites in Pinus halepensis reveals a dramatic bottleneck / M. Morgante, N. Felice, G.G. Vendramin // Karp A eds Molecular tools for screening biodiversity: plants and animals, Chapman and Hall. – 1998. – P. 402-412.
6. Nei M. Analysis of gene diversity in subdivided populations // Proc. Natl. Acad. Sci. – 1973. - № 70. – P. 3321-3323.
7. Weising K. A set of conserved PCR primers for the analysis of simple sequence repeat polymorphism in chloroplast genomes of dicotyledonous angiosperms / K. Weising and R. Gardner // Genome. – 1999. - № 42. – P. 9–19.
8. Zohary, D. Beginnings of fruit growing in the Old World / D. Zohary, P. Spiegel-Roy // Science. – 1975. – Vol. 187: 319-327.

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА НА СКОРОСТЬ СНИЖЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА КУКУКРУЗЫ В ПРЕДУБОРОЧНЫЙ ПЕРИОД

Исакова С.В.[1], Забирова Э.Р.[2], Епифанович Ю.В.[3], Цаценко Л.В.[4]
[1] ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар,
[2] ООО «НПО Семеноводство Кубани», отдел селекции и семеноводства, главный селекционер, ст-ца Ладожская
[3] ООО «НПО Семеноводство Кубани», отдел селекции и семеноводства, ведущий селекционер, ст-ца Ладожская
[4] ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар
svetlanaisakova238@gmail.com

INFLUENCE OF GENOTYPE ON THE RATE OF REDUCTION OF MOISTURE OF CORN GRAIN DURING THE PRE-HARVESTING PERIOD

Isakova S.V.[1], Zabirova E.R.[2], Epifanovich Yu.V.[3], Tsatsenko L.V.[4]
[1] Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar.
[2] LLC SPA Seed-growing of Kuban, department of breeding and seed-growing, chief breeder, Ladozhskaya village.
[3] LLC SPA Seed-growing of Kuban, department of breeding and seed-growing, leading breeder, Ladozhskaya village.
[4] Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar.
svetlanaisakova238@gmail.com

Аннотация. В 2020 – 2021 гг. проводились исследования с целью выявления линий кукурузы с высокой динамикой потери влаги зерна при созревании. Материалом послужили дигаплоидные и инбредные линии, у которых были изучены особенности влагоотдачи. Были выявлены линии- доноры признака быстрой потери влаги в предуборочный период. Выделены линии с низкой влажностью зерна уже на 50-й день после опыления початков, а также линии, накапливающие питательные вещества на протяжении долгого периода, а затем стремительно теряющие влагу к 60-му дню после опыления. Эти линии стали исходным материалом для создания новых селекционных форм с высокой скоростью отдачи влаги. Лучшие линии будут использованы в качестве родительских компонентов для новых гибридов в селекционных программах.

Ключевые слова: влажность зерна, линия кукурузы, динамика потери влаги, родительский компонент, гибрид.

Abstract. In 2020 - 2021 conducted research to identify corn lines with high dynamics of grain moisture loss during ripening. Dihaploid and inbred lines served as the material, in which the characteristics of moisture loss were studied. Lines-donors of the trait of rapid moisture loss in the pre-harvest period were identified. Lines with low grain moisture already on the 50th day after pollination of the ears, as well as lines accumulating nutrients for a long period, and then rapidly losing moisture by the 60th day after pollination, were identified. These lines have become the starting material for creating new breeding forms with a high rate of moisture release. The best lines will be used as parent stock for new hybrids in plant breeding program.

Keywords: grain moisture, corn line, moisture loss dynamics, parental component, hybrid.

Введение

Уборочная влажность зерна является важнейшей характеристикой гибридов кукурузы. Для некоторых зон возделывания этот показатель становится определяющим при выборе гибридов. Оптимальным для уборки считается диапазон влажности 18 – 25%, однако уборка зерна влажностью 14 % и ниже позволяет не тратить средства на послеуборочную сушку (Mousaviraad, Tekeste, 2020).

Накопление сухого вещества в зерне происходит до наступления физиологической спелости и образования черной точки в месте крепления зерновки к початку. Линии, имеющие высокую влажность к моменту наступления физиологической спелости, и стремительно теряющие влагу на протяжении следующих десяти дней, имеют высокую ценность (Исакова, Цаценко, 2021; Liu, Yu, Liu, et al. 2020). В 2020 – 2021 гг мы проводили изучение особенностей влагоотдачи у линий кукурузы из коллекции ООО НПО "Семеноводство Кубани, с целью выявления линий – доноров признака быстрой влагоотдачи. Выявленные в процессе отбора линии будут использованы в качестве родительских компонентов для новых урожайных гибридов с низкой уборочной влажностью.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2020 – 2021 гг в селекционном питомнике ООО «НПО «Семеноводство Кубани» в х. Александровском Усть-Лабинского района, Краснодарского края. Почва опытного участка представлена черноземом обыкновенным слабогумусным сверхмощным. Плотность почвы 1,27 мг/см3, pH почвы слабощелочная (8,1 – 8,3). Ландшафт равнинный аллювиально – лессовидный с распаханными степями. Ветровая и водная эрозии выражены слабо**.**

Материалом послужили 23 дигаплоидные и инбредные линии кукурузы ладожской селекции. Среди них широкоиспользуемые в хозяйстве линии, входящие в состав многих ладожских гибридов и линии, созданные на их основе.

Годы проведения исследований различались по погодным условиям. В 2020 году посев кукурузы проводился в оптимальные сроки в третьей декаде апреля, когда среднесуточная температура воздуха достигла +11,6 ºС, почва на глубине сева прогрелась до +8+10 ºС. Весь вегетационный период 2020 года был засушливым, каждый месяц отмечалась засуха различной степени интенсивности. К моменту массового цветения метелок сумма эффективных температур достигла 1805 ºС, что является достаточным для формирования вегетативной массы и урожая. К концу вегетации этот показатель достиг 2950 ºС.

В 2021 году погодные условия второй и третьей декады апреля и первой декады мая не позволили провести посев кукурузы в оптимальные сроки. Посев начался в конце первой декады мая, когда среднесуточная температура воздуха достигла +15 ºС, и продолжился до середины второй декады мая. Вегетационный период 2021 года, в отличии от 2020 года, был менее засушливым. Периоды с обильными осадками чередовались с засухами различной интенсивности. Всходы появились в конце второй декады мая, что на две недели позже, чем в 2020 году. К моменту массового цветения метёлок сумма активных температур составила 803,2 ºС, что значительно меньше, чем в 2020 году. К моменту полной спелости зерна кукурузы этот показатель составил 2848 ºС. Посев производился квадратно - гнездовым способом. Повторность двукратная, каждая делянка состоит из двух рядов, площадь делянки 9,8 м^2. По мере появления верхнего початка в пазухе листа проводилась изоляция початков бумажными изоляторами. В период массового цветения метёлок изоляторы снимались для проведения свободного опыления. Измерения влажности зерна проводились на 50-й, 55-й, 60-й день после опыления влагомером фирмы Pfeuffer HOH-Express HE 50 (Осипова 2019). На протяжении вегетации растений

регистрировались следующие даты: всходы, вымётывание, начало цветения, массовое цветение, день снятия изоляторов. День снятия изоляторов считался днем опыления початков. Данные, полученные в результате проведения опыта были подвергнуты статистической обработке по Б.А. Доспехову (Доспехов 1985).

Результаты исследований

Для получения гибридов кукурузы с низкой уборочной влажностью зерна необходимо создать родительские компоненты с высокой скоростью потери влаги. Такие линии можно получить с помощью линий- доноров признака высокой влагоотдачи. С целью отбора таких линий- доноров в 2020 – 2021 гг. была изучена коллекция широкоиспользуемых, входящих в состав многих гибридов линий ООО «НПО «Семеноводство Кубани». Изучаемые линии включали 7 образцов разных групп спелости: среднеранние, среднеспелые и среднепоздние линии дигаплоидного и инбредного происхождения.

По результатам двухлетних испытаний изучаемые линии были разделены на три группы: 1. линии с низкой влажностью зерна на 50-й день после цветения, 2. линии с высокой влажностью зерна на 50-й день, но стремительно теряющие влагу к 60-му дню после цветения, 3 линии с высокой влажностью зерна на 60-й день после цветения (таблица 3).

Лучшими по признаку низкой уборочной влажности являются линии: Кл7407, л7421, Кл7435, S54555, Кл7427. Они могут использоваться как доноры быстрой потери влаги при созревании зерна.

Линия Кл7407 относится к первой группе, на 50-й день после снятия изоляторов имеет влажность зерна 16,4 %, теряет ежедневно 0,5% влаги и на 60-й день имеют низкую влажность 11,3%.

Линии Кл7421, Кл7435, S54555, Кл7427 накапливают питательные вещества в зерне на протяжении длительного периода и имеют высокую влажность на 50-й день после снятия изоляторов, но к 60-му дню стремительно теряют влажность зерна. Линии Кл7435, Кл7421 на 50-й день после цветения початков имеют влажность 23,6 и 23,5 % соответственно, теряют от 0,9 – 1,0 % влаги в сутки и на 60-й день имеют пониженную влажность зерна 14,5, 12,85 % соответственно. Линии S54555 и Кл7427 на 50-й день после цветения початков имеют влажность 22,3 и 18,35 % соответственно, теряют от 0,4 – 0,7% влаги в сутки и на 60-й день имеют низкую влажность зерна 13,85 и 14 % соответственно. Линии Кл7408, Кл 7401 медленно теряют влагу и на 50-й день имеют влажность 27,7 и 25,4 %, теряют от 0,4 – 0,9 % влаги в сутки, и на 60-й день после цветения имеют высокую влажность зерна 18,15 и 21,05 % соответственно (рисунок 1).

Таблица 1. Динамика влагоотдачи зерна линий кукурузы ладожской селекции, 2020 – 2021 гг.

Название	Год	50-й день	Изменение влажности зерна (55д-50д), %	55-й день	Изменение влажности зерна (60д-55д), %	60-й день
Линии с низкой влажностью зерна на 50-й день после цветения						
Кл7407	2020	18	-4,4	13,6	-3,6	меньше 10
	2021	14,7	0	14,7	-2,7	13,7
Среднее		16,4	-2,2	14,2	-3,2	11,9
Линии с высокой влажностью зерна на 50-й день, но стремительно теряющие влагу к 60-му дню после цветения						
Кл7421	2020	23,5	-2,2	21,3	-10,6	10,7
	2021	23,5	-9,6	13,9	1,1	15
Среднее		23,5	-5,9	17,6	-4,7	12,9
Кл7435	2020	19,1	-8	11,1	-1,1	меньше 10
	2021	28,1	-8,6	19,5	-0,5	19
Среднее		23,6	-8,3	15,3	-0,8	14,5
S54555	2020	19,4	-5,3	14,1	-4,1	меньше 10
	2021	22,3	-8,2	14,1	-3,6	17,7
Среднее		20,9	-6,7	14,1	-0,3	13,9
Кл7427	2020	20	-4,7	15,3	-1,6	13,7
	2021	16,7	-2,4	14,3	0	14,3
Среднее		18,4	-3,6	14,8	-0,8	14
Линии с высокой влажностью зерна на 60-й день после цветения						
Кл7408	2020	23,4	-9,1	14,4	-4,4	меньше 10
	2021	32	-5,7	26,3	0	26,3
Среднее		27,7	-7,4	20,4	-2,2	18,2
Кл7401	2020	26,3	-4,5	21,8	1,5	21,6
	2021	24,5	-3,8	20,7	-0,2	20,5
Среднее		25,4	-4,2	21,3	0,7	21,1

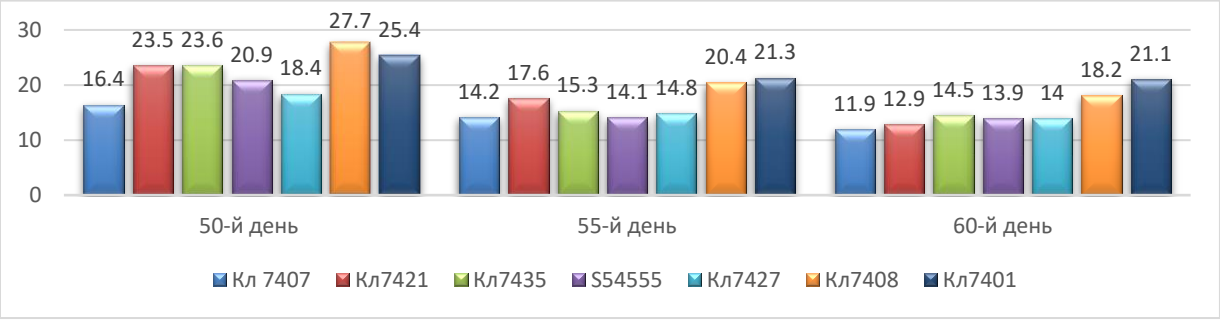


Рисунок 1. Влажность зерна (%) линий кукурузы ладожской селекции, 2020 – 2021 гг.

На основе описанных выше линий было создано 17 дигаплоидных и инбредных линий, которые так же были изучены и испытаны на признак пониженной уборочной влажности (таблица 2). В каждой комбинации участвует линия Кл7427, которая по нашему предположению является донором высокой скорости отдачи влаги. Эта линия на 50-й день после цветения початков имеет влажность зерна 18,35%, теряет в сутки 0,44% влаги и на 60-й день после цветения имеет влажность зерна 14,3%.

Среди полученных линий выделились линии с низкой и высокой уборочной влажностью среднеспелой и среднепоздней групп спелости. Динамика потери влаги среднеспелых линий кукурузы показана на рисунке 2.

Таблица 2. Характеристика линий ладожской селекции, 2020 – 2021 гг.

Название линии	Происхождение	Период всходы - полная спелость, дней	Группа спелости	Тип линии
79/2	Кл7407хКл7427	119	среднеспелые	дигаплоидная
79/5	Кл7407хКл7427	120	среднеспелые	дигаплоидная
79/6	Кл7407хКл7427	121	среднепоздние	дигаплоидная
79/8	Кл7407хКл7427	120	среднеспелые	дигаплоидная
79/12	Кл7407хКл7427	119	среднеспелые	дигаплоидная
7400/20	Кл7408хКл7427	126	среднепоздние	инбредная
(7408ах7427)-1-1-1-1-1	Кл7408хКл7427	119	среднеспелые	инбредная
(7408х7427)-1-1-1-1-1	Кл7408хКл7427	122	среднепоздние	инбредная
(7408х7427)-23-1-1-1-1	Кл7408хКл7427	120	среднеспелые	инбредная
69/1	Кл7408хКл7427хКл7427	119	среднеспелые	дигаплоидная
69/3	Кл7408хКл7427хКл7427	120	среднеспелые	дигаплоидная
69/7	Кл7408хКл7427хКл7427	119	среднеспелые	дигаплоидная
(7401х7427)-1-1-1-1-1	Кл7401хКл7427	122	среднепоздние	инбредная
70/2 (S54555х7427х7427)	S54555хКл7427хКл7427	119	среднеспелые	дигаплоидная
80/1 (7421х7427)	Кл7421хКл7427	120	среднеспелые	дигаплоидная

80/2 (7421х7427)	Кл7421хКл7427	121	среднепоздние	дигаплоидная
(Кл7427хКл7435)-2-2-1-1-1	Кл7427хКл7435	119	среднеспелые	инбредная
Кл7408	исходный материал	122	среднепоздние	инбредная
Кл7407	исходный материал	119	среднеспелые	инбредная
Кл7427	исходный материал	122	среднепоздние	инбредная
Кл7401	исходный материал	120	среднеспелые	дигаплодная
Кл7435	исходный материал	121	среднепоздние	инбредная
S54555	исходный материал	117	среднеспелые	инбредная
Кл7421	исходный материал	113	среднеранние	инбредная

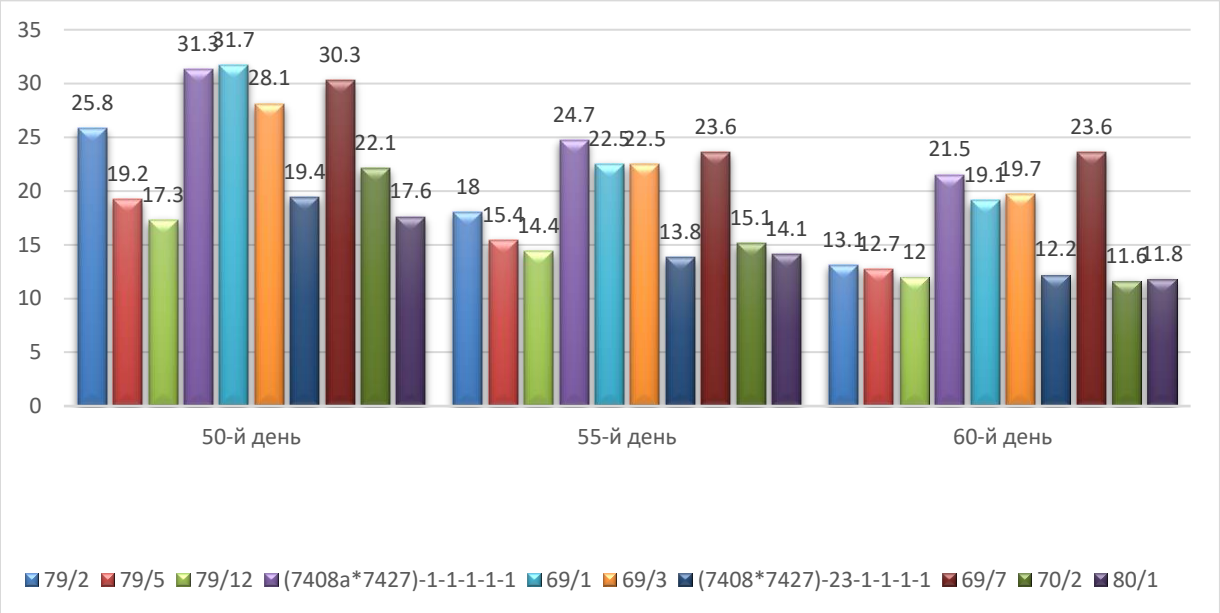


Рисунок 2. Влажность зерна (%) среднеспелых линий кукурузы ладожской селекции, 2020 – 2021 гг.

Среди среднеспелых линий низкой уборочной влажностью обладают линии 79/2, 79/5, 79/12, (7408х7427)-23-1-1-1-1, 70/2, 80/1. Они теряют от 1,3 до 0.5 % влаги в сутки, по темпам влагоотдачи относятся ко второй группе.

Линии 79/2 на 50-й день имеет влажность зерна 25,8 %, теряет в среднем 1,3 % влажности в сутки и на 60-й день имеет влажность зерна 13,1%; невысокую начальную влажность имеют линии 79/5 – на 50-й день имеет влажность зерна 19,2%, теряет в среднем 0,7%, имеет конечную влажность 12,7%; 79/12 – на 50-й день имеет влажность 17,3%, в сутки теряет в среднем 0,5% влаги, на 60-й день имеет влажность 12%.

Низкую уборочную влажность показала линия (7408х7427)-23-1-1-1-1, на 50-й день после цветения она имеет влажность 19,4%, теряет влагу со скоростью 0,7% в сутки и на 60-й день имеет влажность 12,2%. Линия 70/2 на 50-й день после цветения початков имеет влажность 22,1%, скорость потери влаги составляет 1% в сутки и на 60-й день после цветения влажность зерна составляет 11,6%. Линия 80/1 на 50-й день после цветения початков имеет влажность 17,6%, теряет влагу со скоростью 0,6% в сутки и на 60-й день имеет влажность 11,8%.

Динамика потери влаги среднепоздних линий кукурузы показана на рисунке 3.

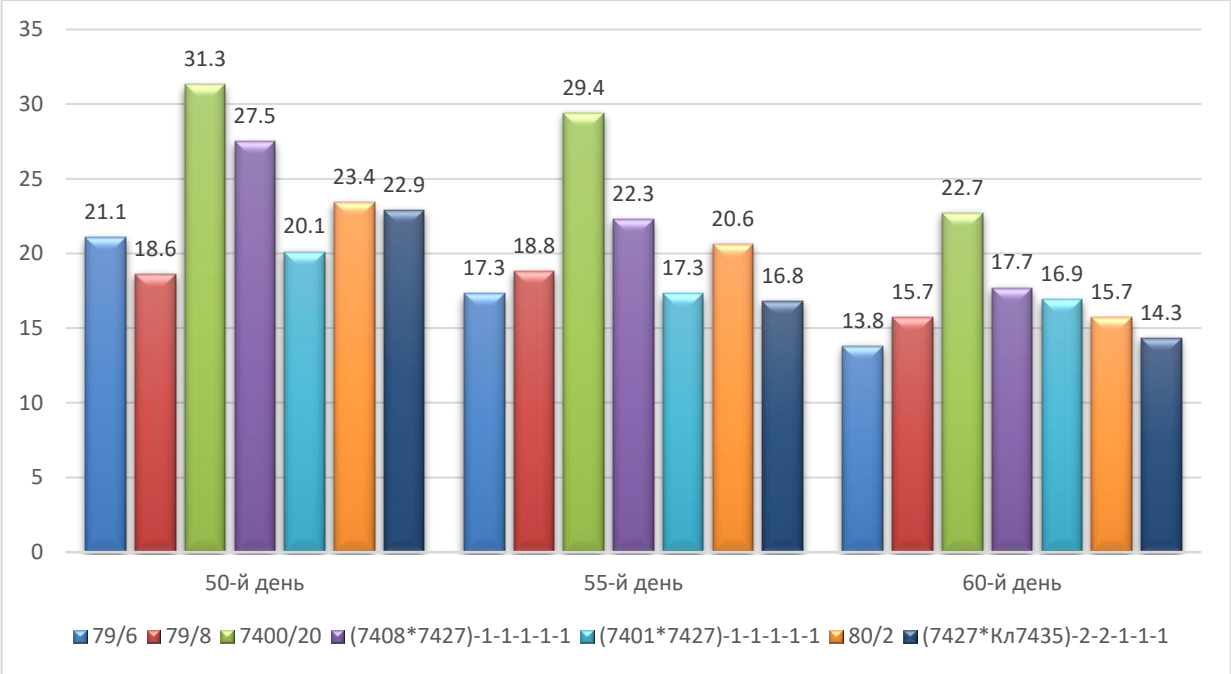


Рисунок 3. Влажность зерна (%) среднепоздних линий ладожской селекции, 2020 – 2021 гг.

Среди среднепоздних линий низкой уборочной влажностью обладают 79/6, (7427хКл7435)-2-2-1-1-1: они теряют 0,7 и 0,9 % влаги в сутки, относятся ко второй группе по темпам влагоотдачи.

Линия 79/6 на 50-й день имеет влажность зерна 21,05%, теряет в сутки 0,7% влаги, конечная влажность зерна составляет 13,75%. Линия (Кл7427хКл7435)-2-2-1-1-1 на 50-й день после опыления имеет влажность зерна 22,9%, теряет влагу со скоростью 0,9 % в день и на 60-й день после опыления имеет влажность 14,3%.

Данные по потери влаги зерном линий кукурузы были подвергнуты статистической обработке (таблица 3). В качестве контроля использовалась линия Кл7427. С помощью дисперсионного анализа стало известно, что достоверно превосходят контроль по скорости потери влаги в сутки линии: 79/2, 69/7 и 70/2. Однако, линия 69/7 имеет также повышенную уборочную влажность и не будет использоваться для создания гибридов с пониженной уборочной влажностью.

Таблица 3. Дисперсионный анализ скорости потери влаги в сутки линий ладожской селекции, 2020 – 2021 гг.

% п/п	Название линии	Среднее по вариантам, V	Разница с контролем
1	Кл7427 (К)	0,61	-
2	79/2	1,22	**0,61**
3	79/5	0,64	0,04
4	79/6	0,73	0,12
5	79/12	0,53	-0,08
6	79/8	0,36	-0,25
7	7400/20 (Кл7408хКл7427)	0,50	-0,11
8	(7408ах7427)-1-1-1-1-1	1,00	0,39
9	(7408х7427)-1-1-1-1-1	0,93	0,33
10	(7408х7427)-23-1-1-1-1	0,62	0,01
11	69/1	0,69	0,08
12	69/3	0,69	0,08
13	69/7	1,18	**0,58**
14	(Кл7401хКл7427)-1-1-1-1-1	0,51	-0,10
15	70/2	1,17	**0,56**
16	80/1	0,51	-0,10
17	80/2	0,72	0,11
18	(Кл7427хКл7435)-2-2-1-1-1	0,78	0,17
	НСР $_{05}$	0,5	

Заключение

Изучение линий кукурузы из коллекции ООО «НПО «Семеноводство Кубани» позволило разделить линии на три группы по типу влагоотдачи: 1. линии с низкой влажностью на 50-й день после цветения початков, 2. линии с высокой влажностью на 50-й день, но низкой на 60-й день, 3. Линии с высокой влажностью зерна на 60-й день после цветения початков. Особый интерес представляют линии второй группы, так как такие линии накапливают питательные вещества и крахмал в зерне на протяжении долгого периода, но затем резко теряют влагу и к моменту уборки имеют влажность зерна менее 14%. Установлено, что при скрещивании двух линий с низкой уборочной влажностью данный признак наследуется в большинстве случаев: комбинация Кл7407хКл7427 дала линии 79/2, 79/5, 79/6, 79/12 с низкой уборочной влажностью и линию 79/8 с высокой; комбинация S54555хКл7427хКл7427 дала линию 70/2 с низкой уборочной влажностью, комбинация Кл7421хКл7427 дала линию 80/1 с низкой уборочной влажностью и 80/2 с высокой; комбинация Кл7427хКл7435 дала линию (Кл7427хКл7435)-2-2-1-1-1 с низкой уборочной влажностью.

При скрещивании линии с низкой уборочной влажностью с линией с высокой уборочной влажностью данный признак наследуется в редких случаях: из комбинации Кл7408хКл7427 получено семь линий, только одна из которых обладает низкой уборочной влажностью – (7408х7427)-23-1-1-1-1; из комбинации Кл7401хКл7427 линий с низкой уборочной влажностью не получено. Установлено, что по скорости потери влаги исходную линию Кл7427 достоверно превосходят линии 79/2, 70/2. Все перечисленные линии будут

использованы в качестве родительских компонентов для новых урожайных гибридов с низкой уборочной влажностью.

Список литературы

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – 1985.– 236 с.
2. Исакова С.В. Актуальные направления в селекции гибридов кукурузы / С.В. Исакова, Л.В. Цаценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – №09(173). С. 214 – 227. – IDA [article ID]: 1732109016. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2021/09/pdf/16.pdf, 0,875 у.п.л.
3. Осипова С. И. Анализ влагомеров зерна используемых в сельском хозяйстве // В мире научных открытий. – 2019. – С. 391-394.
4. Liu, J., Yu, H., Liu, Y. et al. Genetic dissection of grain water content and dehydration rate related to mechanical harvest in maize. BMC Plant Biol 20, (2020).–P. 118
5. Mousaviraad M., Tekeste M. Z. Effect of grain moisture content on physical, mechanical, and bulk dynamic behaviour of maize //Biosystems Engineering. – 2020. – Т. 195. – P. 186-197.

СОЗДАНИЕ СОРТОВ РИСА, УСТОЙЧИВЫХ К ЗАСОЛЕНИЮ

Костылев П.И.[1], Краснова Е.В.[2], Аксенов А.В.[3], Кудашкина Е.Б.[4]

[1-3] ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Россия,

[4] ГК «Агролига России», Ростов-на-Дону, Россия

* Корреспондирующий автор (p-kostylev@mail.ru)

CREATION OF RICE VARIETIES RESISTANT TO SALINIZATION

Kostylev P.I.[1], Krasnova E.V.[2], Aksenov A.V.[3], Kudashkina E.B.[4]

[1-3] State Scientific Establishment “Agricultural Research Center “Donskoy”, Zernograd, Russia;

[3] Agroliga Rossii corporate group, Rostov-on-Don, Russia

Corresponding author (p-kostylev@mail.ru)

Аннотация. Засоление почвы снижает продуктивность риса. Поэтому нужны солеустойчивые сорта. С использованием методов проращивания семян в 1,5% растворе хлорида натрия и выявлению гибридов по маркерам RM 493 и RM 7075 гена устойчивости к засолению Saltol методом ПЦР-анализа были выделены солеустойчивые линии, которые изучили в контрольном питомнике по урожайности и элементам ее структуры. Выделены две линии из гибрида IR 74099-3R-3-3-3R-3-3 х Новатор: Дон 7674 и Дон 7737, достоверно превысившие стандартный сорт Южанин на 2,55 и 0,61 т/га, сформировав урожайность зерна 9,1 и 7,16 т/га, соответственно. Создан солеустойчивый сорт Абсолют.

Ключевые слова: рис, гибрид, солеустойчивость, ПЦР-анализ, урожайность.

Abstract. Salinization of soil reduces the grain productivity of rice. Therefore, salt-resistant varieties are needed. Using methods of germination of seeds in 1.5% sodium chloride solution and identification of hybrids by markers RM 493 and RM 7075 of the Saltol resistance gene, salt-resistant lines were isolated by PCR analysis, which were studied in a control nursery by yield and elements of its structure. The authors highlight two lines from the IR 74099-3R-3-3-3R-3-3 x Novator hybrid: Don 7674 and Don 7737, which significantly exceeded the standard "Yuzhanin" variety by 2.55 and 0.61 t / ha in 2020, forming a grain yield of 9.1 and 7.16 t / ha, respectively. The salt-resistant variety Absolute has been created.

Keywords: rice, hybrid, salt resistance, PCR test, yield.

Рис – важнейшая пищевая культура для большинства народов мира, поэтому нужно увеличивать урожайность и площади. При этом более 6% земли во всем мире не используется из-за засоления почвы (Reddy, 2017). Устойчивость риса зависит от генотипа, типа засоления, концентрации солей, водного режима (Akbar, 1986).

Основной способ повышения урожайности при засолении –селекционный. Солеустойчивость – это полигенный признак, позволяющий растениям риса расти и формировать достаточную урожайность при избытке солей, особенно NaCl (Hurkman, 1992). Традиционную селекцию можно ускорить с помощью молекулярных маркеров. Этим методом распространенным сортам риса был передан ген Saltol – основной QTL солеустойчивости (Singh, 2004). Эти толерантные к повышенному содержанию солей формы имеют значительно меньшую концентрацию Na+ в стеблях. Главный локус устойчивости к засолению Saltol был найден в первой хромосоме у риса сорта Pokkali. Ген Saltol участвует в гомеостазе Na+/K+ при засолении почвы (Thomson, 2010).

Солеустойчивые сорта позволяют расширить посевы в проблемных регионах. Поэтому нужно использовать в скрещиваниях с отечественными сортами лучшие доноры, применяя современные методы диагностики (Usatov, 2015). Цель нашей работы – создание устойчивых к засолению сортов риса.

Материал и методика. В качестве донора для гибридизации использовали солеустойчивый образец IR 74099-3R-3-3-3R-3-3, имеющий ген Saltol, и раннеспелый сорт ФНЦ риса Новатор. Работу проводили на базе ОП «Пролетарское» Аграрного научного центра «Донской» в Ростовской области. Линии риса оценивали по солеустойчивости лабораторным рулонным методом на фильтровальной бумаге в солевом растворе с концентрацией 1,5% NaCl. Контрольные семена проращивали на дистиллированной воде в термостате при температуре 26°С, влажности 70%. Через 2 недели проводили измерения массы корешков и ростков, вычисляли степень устойчивости в %.

Для выявления генов Saltol проводили ПЦР-анализ гибридных растений. Использовали две пары маркеров, сцепленных с геном солеустойчивости: RM493 и RM7075 (Islam, 2014).

Лучшие по комплексу признаков образцы были изучены в контрольном питомнике и конкурсном сортоиспытании. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Excel и Statistica 8.

Результаты исследований. Гибридизация IR74099-3R-3-3 х Новатор была проведена в 2012 году в климатической камере. Гибриды первого поколения в 2013 году были позднеспелыми, а большинство колосков –стерильными, по причине генетических различий подвидов japonica (Новатор) и indica (IR 74099-3R-3-3-3R-3-3).

Гибриды F2 в 2014 году значительно варьировали по вегетационному периоду (110-150 дней), высоте растений (70-120 см), длине метелки (13-24 см), количеству зерновок (81-200 штук) и колосков на метелке (100-300 штук), массе зерна с метелки (2-5 г), массе 1000 зерен (26-35 г) и др.

Из F_2 отобрали хорошо озерненные метелки со скороспелых растений высотой 80-100 см. Одно из них - №41 обладало хорошим сочетанием морфологических признаков, превышающих таковые у сорта Новатор, и стало предком будущего сорта Абсолют (табл. 1).

Таблица 1. Выделившийся по комплексу признаков образец риса, 2014 г.

Образец, сорт	высота растения, см	длина метелки, см	кол-во полных зерен	кол-во пустых колосков	всего колосков	плотность метелки, шт./см	масса 1000 зерен, г	масса зерна с метелки, г
Новатор	82,5	14,5	107	11	118	8,1	28,2	3,02
№41	95,6	17,6	247	15	262	14,9	26,2	6,48

В 2015 году лучшие семьи F_3, в т. ч. №41 (Д 6872), выращивали на малых делянках (1 $м^2$). Гибридные популяции расщеплялись и значительно колебались по ряду количественных признаков (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика образца риса F_3 Д-6872, 2015 г.

Значение признака	Высота растений, см	Длина метелки, см	Кол-во полных зерен	Кол-во пустых колосков	Всего колосков	Масса 1000 зерен, г	Масса зерна с метелки, г
Минимум	85	13,9	123	10	133	26	3,21
Максимум	111	20,3	211	14	225	30	6,32
Среднее	103	18,3	174	12	186	28	4,88

ПЦР анализ этих образцов, проведенный в лаборатории маркерной селекции АНЦ «Донской» в начале 2016 года, позволил выявить различия их генотипов по доминантным и рецессивным аллелям локуса Saltol (рис. 1).

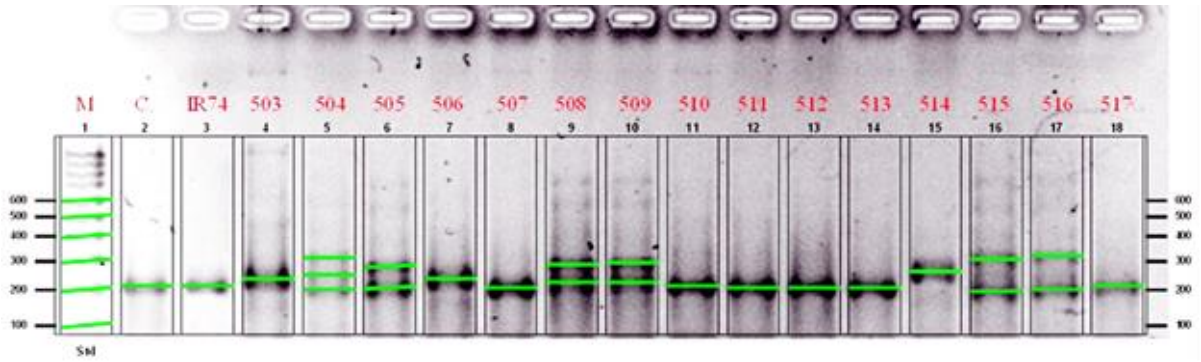


Рисунок 1. Электрофореграмма, показывающая аллельное состояние гена Saltol у линий F_3 гибрида IR74099-3R-3-3 х Новатор

Примечание: IR74 – образец IR74099-3R-3-3 с доминантным аллелем, 503-517 – линии)

Линии 503, 507, 510-513 обладали доминантным аллелем Saltol в гомозиготном состоянии, 506 и 514 – рецессивным, 504, 505, 508, 509, 515 и 516 – были гетерозиготами.

Образец 6872/2015 имел № 510, т. е. он имел доминантный аллель солеустойчивости.

В 2016 году проведенный анализ солеустойчивости этих линий с помощью рулонов на 1,5% растворе поваренной соли по позволил выявить большое разнообразие по относительной массе проростков, длине ростков и корешков. Большинство образцов (78%) показали среднюю солеустойчивость – от 30 до 50%. Около 3% оказались неустойчивыми,

4% имели высокую толерантность к засолению – соотношение массы проростков в соленой и пресной воде у них превышало 70% (табл. 3). У стандарта Южанин устойчивость к засолению составила 42,2%, у лучшей линии 6872 – 95,9%.

В 2016 году следующее поколение этих линий было изучено в гибридном питомнике, лучшие из которых с крупными метелками представлены в табл. 4.

Эти линии были среднеспелыми, среднерослыми, с метелкой 17-18 см, массой 1000 зерен 26-28 г, количеством зерен в метелке 148-172 шт., т.е. больше или на уровне со стандартом Южанин.

Полученные линии F_5 – F_6 в 2017-2018 гг. были изучены в селекционном питомнике по продуктивности, качеству и устойчивости к засолению.

Выделившиеся линии F_7 в 2019 году были изучены на делянках 20 м^2 в селекционном питомнике. Самую высокую по урожайность показал образец 7674, сформировавший 8,9 т/га, что на 0,4 т/га зерна больше, чем у стандарта Южанин в тех же условиях роста и развития.

Таблица 3. Устойчивые к засолению образцы риса IR 74099-3R-3-3 х Новатор

Название сорта, образца	Масса одного проростка, мг		
	Опыт	Контроль	Соотношение, %
Южанин, стандарт	38	90	42,2
6872/2015	94	98	95,9
7337/2015	72	83	86,4
7340/2015	44	47	92,2
7343/2015	78	86	91,2
НСР05	12,9	21,1	14,8

Таблица 4. Характеристика лучших линий риса F_4 IR 74099-3R-3-3 × Новатор

№ делянки 2016 г.	№ делянки 2015 г.	Длина метелки, см	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 семян, г	Масса зерна с метелки, г
Стандарт	Южанин	18,6	128	29	3,71
7226	6872	17,7	172	25	4,31
7234	7337	17,9	155	27	4,18
7249	7340	17,6	162	26	4,21
7398	7343	18,0	148	28	4,14
Стандартное отклонение		1,3	16	2	0,48

Существенно превысили урожайность сорта Южанин (на 2,55 и 0,61 т/га) контрольном питомнике 2020 года образцы Дон 7674 и Дон 7737, сформировав урожайность зерна 9,1 и 7,16 т/га, соответственно (табл. 5).

Таблица 5. Характеристика солеустойчивых образцов риса в контрольном питомнике, 2020 год

Сорт	Урожайность, т/га	Вегетационный период, дни	Высота растений, см
Южанин	6,55	124	95
Дон 7674 (Абсолют)	9,10	119	84
Дон 7737	7,16	108	89
$НСР_{05}$	0,43		

В 2021 году они были изучены в конкурсном сортоиспытании. Сортообразец Дон 7674 под названием Абсолют был передан на Государственное сортоиспытание. Сорт относится к среднеспелой группе, вегетационный период от залива до полной спелости – 118 дней, созревает на 5 дней раньше стандарта Южанин. Растение имеет компактный куст с вертикальным расположением листьев и метелок. Высота растений в среднем 100 см, на 10 см ниже стандарта. Метелка прямостоячая, компактная, длиной 17,5 см, на 0,5 см короче, чем у сорта Южанин. Среднее количество колосков (132) на 16 штук превышает значение Южанина, первичные метелки несут до 180 зерен. Колоски (зерна) овальной формы, средней величины, длиной 8,3 мм, шириной 3,3 мм, толщиной 2,2 мм. Масса 1000 зерен в среднем 28,0 г. Отношение длины зерновки к ширине 2,5. Зерновка белая, стекловидная (96%). Пленчатость зерна – 17,8%. Выход крупы 72,0%, а целого ядра 94,0%. Сорт устойчив к засолению, пирикуляриозу, полеганию и осыпанию.

В среднем за годы конкурсного испытания в ОП «Пролетарское» урожайность сорта Абсолют составила 9,10 т/га, что выше, чем у сорта Южанин на 1,76 т/га. Максимальная урожайность сформировалась в 2021 году – 9,30 т/га, на 2,09 больше стандарта. Высокая урожайность данного сорта формируется за счет большей озерненности метелки, чем у стандарта и увеличенной густоты стеблестоя.

Таким образом, сочетая методы классической селекции риса с ПЦР-анализом генов устойчивости Saltol и выращиванием проростков в рулонах на 1,5%-ном растворе NaCl, получилось создать высокоурожайные линии, обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков. Их отличие от стандарта Южанин в меньшей высоте, более короткой метелке и меньшей массе 1000 семян. Благодаря большей жизнеспособности растений, выживаемости в стрессовых условиях и густоте стеблестоя они формируют урожайность зерна на уровне и выше стандарта.

Выводы

В ходе селекционного процесса проведена гибридизация и получен гибрид между раннеспелым сортом Новатор и образцом IR 74099-3R-3-3 (донор гена солеустойчивости Saltol).

Гибридная популяция F_2 показала значительное расщепление всех количественных признаков. Из нее отобрали раннеспелые линии, имеющие низкорослость, безостость, фертильность и выполненное зерно.

С помощью ПЦР анализа гибридных растений установлены различия по доминантным и рецессивным аллелям локуса солеустойчивости Saltol. Отобраны формы, имеющие доминантные аллели.

При проращивании на рулонах с 1,5% раствором NaCl установлено, что 78% образцов имели среднюю солеустойчивость – 30-50%, 3% были неустойчивыми, а 4% обладали высокой устойчивостью – свыше 70%.

В контрольном питомнике образцы Дон 7674 и Дон 7737 показали высокую урожайность зерна 9,1 и 7,16 т/га, соответственно, значительно превышая стандарт Южанин (на 2,55 и 0,61 т/га). Дон 7674 (Абсолют) передан на Государственное сортоиспытание в 2021 году.

Список литературы

1. Akbar M. Breeding for salinity resistance in rice / In : (Eds.) R. Ahmed, A.S. Pietro // Prospects for bio-saline research, Department of Botany, University of Karachi, Pakistan. – 1986. – P. 37-55.
2. Hurkman W.J. Effect of salt stress on plant gene expression: A review / W.J. Hurkman // Plant and Soil. – 1992. – 146. – P. 145-151.
3. Reddy I.N.B.L. Salt Tolerance in Rice: Focus on Mechanisms and Approaches / I.N.B.L. Reddy, B.K. Kim, I.S. Yoon, K.H. Kim, T.R. Kwon // Rice Science. – 2017. – 24(3). – P. 123-144.
4. Singh R.K. Salt tolerant rice varieties and their role in reclamation programme in Uttar Pradesh / R.K. Singh, B. Mishra, K.N. Singh // Indian Farming. – 2004. – P. 6–10.
5. Thomson M.J. Characterizing the Saltol quantitative trait locus for salinity tolerance in rice / M.J. Thomson, M. de Ocampo, J. Egdane, M.A. Rahman, A.G. Sajise, D.L. Adorada, et al. // Rice. – 2010. – 3(2). – 148–160.
6. Usatov A.V. Introgression the saltol QTL into the elite rice variety of Russia by marker-assisted selection / A.V. Usatov, A.V. Alabushev, P.I. Kostylev, K.V. Azarin, M.S. Makarenko, O.A. Usatova // American Journal of Agricultural and Biological Science. – 2015. – 10. – No.4. – P. 165-169.

СОЗДАНИЕ РЕГЕНЕРАНТНЫХ РАСТЕНИЙ РИСА МЕТОДОМ КУЛЬТУРЫ ПЫЛЬНИКОВ

Костылев П.И.[1], Черткова Н.Г.[2]
[1]ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Россия
[2]ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Россия
tycik17082012@gmail.com

CREATION OF REGENERATIVE RICE PLANTS BY ANTHER CULTURE METHOD

Kostylev P.I.[1], Chertkova N.G.[2]
[1]FGBNU "Agrarian Scientific Center "Donskoi", Zernograd, Russia
[2]FGBNU "Agrarian Scientific Center "Donskoi", Zernograd, Russia
tycik17082012@gmail.com

Аннотация. Рост биотических и абиотических стрессов и резкое сокращение природных ресурсов, подталкивают селекционеров к использованию не только классических методам получения новых сортов и гибридов, а также молекулярно-генетических, в частности, культура пыльников и получение дигаплоидов. В селекционных программах рисосеющих стран мира широко и успешно применяется культура пыльников in vitro. Культивирование изолированных пыльников на искусственных питательных средах дает возможность получения гаплоидов и гомозиготных дигаплоидов риса в кратчайшие сроки. В ФГБНУ «АНЦ «Донской» проведено исследование на отзывчивость 11 гибридов F1 риса посевного Oryza sativa L.подвида japonica к методу культуры пыльников. В процессе работы было высажено 13282 пыльника гибридов F1 по 11 комбинациям. В общей сложности было получено 810 эмбриоидов, максимальное – у гибридов Капитан х Акустик (253 шт.), Акустик х Nerica 1 (169 шт.) и Nerica 1 х Акустик (147 шт.). Наибольшее количество растений (23 шт.), в том числе зеленых (15 шт.) было у комбинации Капитан х Акустик. На выход растений-регенерантов оказывали влияние генотипы гибридов, контролирующие способность пыльников к каллусогенезу. Общее количество полученных взрослых регенерантов, сформировавших метелки, составляет 9 растений, из которых одно – Капитан х Кубояр, остальные – Капитан х Акустик.

Исследования продолжаются, так как растения регенеранты должны произвести семена для дальнейшего их использования в селекционном процессе.

Ключевые слова: Рис (*Oryza sativa L.),* пыльник, каллус, регенерация, гаплоид, дигаплоид.

Abstract. Increase of biotic and abiotic stresses and sharp reduction of natural resources push breeders to use not only classical methods of obtaining new varieties and hybrids, but also molecular-genetic ones, in particular, anther culture and obtaining dihaploids. In breeding programs of rice-growing countries of the world, anther culture in vitro is widely and successfully used. Cultivation of isolated anthers on artificial nutrient media makes it possible to obtain haploids and homozygous dihaploids of rice in the shortest possible time. The research on responsiveness of 11 F1 hybrids of rice sowing Oryza sativa L. subspecies japonica to anther culture method was conducted in FGBNU "ANC "Donskoy". During the work 13282 anthers of F1 hybrids were planted in 11 combinations. A total of 810 embryoids were obtained, with the maximum in the hybrids Captain x Acoustic (253 pcs), Acoustic x Nerica 1 (169 pcs), and Nerica 1 x Acoustic (147 pcs). The combination Captain x Acoustic had the highest number of plants (23 pcs), including green plants (15 pcs). The yield of regenerant plants was influenced by the genotypes of hybrids controlling the ability of anthers to callusogenesis. The total number of adult regenerants obtained that formed panicles is 9 plants, of which one is Captain x Kuboyar and the rest are Captain x Acoustic. Studies are continuing, as plants regenerants should produce seeds for their further use in the breeding process.

Keywords: Rice (*Oryza sativa* L.), anther, callus, regeneration, haploid, digaploid.

Введение. За последние несколько десятилетий с помощью традиционных селекционных исследований были предприняты интенсивные попытки улучшить большое количество сортов зерновых культур, адаптированных к различным агроэкологическим условиям. Однако рост биотических и абиотических стрессов, увеличение человеческой популяции и резкое сокращение природных ресурсов, особенно воды, для сельскохозяйственных целей, подталкивают селекционеров к созданию и выведению улучшенных сортов зерновых культур с более высоким потенциалом урожайности и пищевых показателей. Поэтому, наряду с классическими методиками получения новых сортов и гибридов в последнее время стали использоваться и молекулярно-генетические методы, в частности, культура пыльников и получение дигаплоидов (Гончарова, 2005). В селекционных программах рисосеющих стран мира широко и успешно применяется культура пыльников in vitro. Методу культивирования изолированных тканей на искусственных питательных средах в стерильных условиях (*in vitro*) в селекционных программах рисосеющих стран мира посвящено множество исследований (Гончарова, 2012; Bishnoi, 1995; Miah, 1985). Андрогенез *in vitro* используют в биотехнологии для сохранения и размножения ценных генотипов, оздоровления посадочного материала, эмбриогенеза и ускорения селекционного процесса. Использование культуры пыльников *in vitro* в селекции растений дает возможность получать растения, устойчивые к различным неблагоприятным условиям среды, таких как засуха, засоление, низкие и высокие температуры и фитопатогены. Культивирование изолированных пыльников на искусственных питательных средах дает возможность получения гаплоидов и гомозиготных дигаплоидов риса в кратчайшие сроки. Большая работа в данном направлении проводится в ФГБНУ «ФНЦ риса» (Малышева, 2012; Бушман, 2013; Савенко, 2016) и Приморском НИИСХ (Гученко,2016; Илюшко, 2017).

Цель исследования: получение гомозиготных дигаплоидов риса из гибридов первого поколения. Для ее осуществления поставлены следующие задачи:

на питательной среде получить каллусы из пыльников у гибридов F_1, полученных от скрещивания лучших сортов риса между собой;

провести регенерацию эмбриоидов с помощью гормонов роста;

вырастить взрослые гаплоидные растения, перевести их в диплоидное состояние;

получить семенное потомство для дальнейшего внедрения в селекционный процесс.

Материалы и методы исследования.

В качестве объектов исследования были взяты 11 гибридов F_1 риса посевного *Oryza sativa L.* подвида *japonica.* Гибриды получены от скрещивания лучших сортов между собой на опытных полях лаборатории селекции и семеноводства риса ФГБНУ «АНЦ «Донской» в г. Пролетарске Ростовской области (таблица 1).

Таблица 1. Гибридные комбинации F_1 риса

№ образца 2021 г.	**Комбинация**
5161	Jukava х Кубояр
5177	Корсика х Акустик
5182	Капитан х Кубояр
5197	Капитан х Акустик
5205	Акустик х Nerica 1
5261	Nerica 1 х Акустик
5162	Аргамак х Акустик
5210	Дин Сян х Кубояр
5218	(CR 1009 х Новатор) х Контакт
5217	Устойчивый к пирикуляриозу х Командор
5225	Гагат х Командор

Метелки были отобраны в поле в начале августа, перед выметыванием. Они находились в трубке, на стадии одноядерной пыльцы. Перед введением в культуру пыльников метелки обрабатывали спиртом в течение трех минут. Затем подвергали воздействию низких положительных температур 5 °С в течение 7 дней в цилиндрах с водой. После низкотемпературной обработки материал стерилизовали в 5% растворе гипохлорита натрия 10 минут. Далее метелки промывали в стерильной дистиллированной воде в течение 5 минут. Инокуляцию пыльников проводили на индукционную питательную среду Блейдса (таблица 2).

Пробирки с пыльниками культивировали в термостате без доступа света до образования каллусов размером 1-5 мм при температуре 27-28 °С. В течение 5-6 недель после посадки пыльников на индукционную среду пробирки осматривали под микроскопом, в журнале фиксировали дату, время появления каллусов и их количество. Пересадка каллусов проходила до появления растений регенерантов. Затем образовавшиеся эмбриоиды переносили на регенерационную среду Мурасиге и Скуга для дифференцировки побегов (таблица 2).

Таблица 2. Состав питательных сред для индукции каллуса и культивирования проростков риса

Компоненты питательной среды	**Концентрация, мл/л**	
	Среда Блейдса	**Среда Мурасиге - Скуга**
NH_4NO_3	1000	1650
KNO_3	1000	1900
KH_2PO_4	300	170
KCl	65	-
$MgSO_4$ x 7 H_2O	35	370
ZnSO4 x 7 H2O	1,5	8,6
H_3BO_3	1,6	6,2
KI	0,8	0,83
$MnSO_4$ x 4 H_2O	4,4	22,3
Na_2MoO_4 x 2 H_2O	-	0,25
$CuSO_4$ x 5 H_2O	-	0,025
$Ca(NO_3)_2$ x 4 H_2O	347	-
$CaCl_2$ x 2 H_2O	-	440
$FeSO_4$ x 7 H_2O	27,8	27,9
Na_2ЭДТА	37,8	37,3
Никотиновая кислота (PP)	5	1
B_1 (тиамин)	1	1
B_6 (пиродоксин)	1	0,5
Глицин	2	2
Агар, г/л	8	8
Сахароза, г/л	30	30
2,4D	2	-
Мезоинозит	-	100

Пробирки помещали в световую комнату с контролем освещенности (3000 люкс), температуры (23-25°С) и фотопериода (16/8 часов). Наблюдения за регенерацией проводили раз в неделю, фиксировали появление зеленых побегов, браковали зараженные

бактериями и грибами. Регенеранты с развитыми корнями высаживали в горшки со стерильным грунтом и 20 дней выращивали в световой комнате. Полив осуществляли дистиллированной или дождевой водой, так как водопроводная артезианская вода имела высокое содержание солей и оказалась губительной для молодых растений регенерантов. Затем окрепшие растения переносили в стеклянную теплицу для дальнейших наблюдений за ростом и развитем.

Результаты и их обсуждение

В процессе работы было высажено 13282 пыльника гибридов F_1 по 11 комбинациям. Формирование каллусов началось на 30-33 день от момента инокуляции пыльников на индукционную питательную среду. При этом одни гибридные комбинации дали обильное появление каллусов (Акустик х Nerica 1, Nerica 1 х Акустик, Капитан х Акустик), а другие не сформировали (Дин Сян х Кубояр, Устойчивый к пирикуляриозу х Командор) (таблица 3).

Таблица 3. Частота образования андрогенетических структур у комбинаций риса

№ образца	Комбинация скрещивания	Количество высаженных пыльников, шт.	Количество пыльников с каллусами, шт.	Количество эмбриоидов, шт.	Проростки, шт.	
					Альбиносы	Зелёные
5161	Jukava х Кубояр	400	2	0	0	0
5177	Корсика х Акустик	1334	28	75	1	0
5182	Капитан х Кубояр	974	16	73	3	3
5197	**Капитан х Акустик**	**709**	**53**	**253**	**8**	**15**
5205	Акустик х Nerica 1	1409	80	169	1	0
5261	Nerica 1 х Акустик	5383	59	147	6	2
5162	Аргамак х Акустик	1229	19	85	9	0
5210	Дин Сян х Кубояр	114	0	0	0	0
5218	(CR 1009 х Новатор) х Контакт	1002	7	7	0	0
5217	Устойчивый к пирикуляриозу х Командор	308	0	0	0	0
5225	Гагат х Командор	420	1	1	0	0
Итого		13282	265	810	28	20

Это связано с генетическими различиями способности сортов риса к образованию каллусов в культуре пыльников (Miah, 1985).

В общей сложности было получено 810 эмбриоидов, максимальное – у гибридов Капитан х Акустик (253 шт.), Акустик х Nerica 1 (169 шт.) и Nerica 1 х Акустик (147 шт.). Из эмбриоидов сформировались растения, среди которых были и альбиносы, и зеленые. Только у трех гибридов были зеленые проростки (Капитан х Акустик, Капитан х Кубояр Nerica 1 х Акустик). Наибольшее количество растений (23 шт.), в том числе зеленых (15 шт.) было у комбинации Капитан х Акустик. Все регенеранты-альбиносы погибли на ранних стадиях выращивания из-за отсутствия хлорофилла, также не выжила часть зеленых проростков.

На выход растений-регенерантов оказывали влияние генотипы гибридов, контролирующие способность пыльников к каллусогенезу и соответственно влияющие на количество каллусов и эмбриоидов. Проведенный корреляционный анализ между выходом растений-регенерантов риса и количеством эмбриоидов свидетельствует о сильной положительной связи между этими признаками (r=0,78±0,09). График показывает прямую зависимость (рисунок 1).

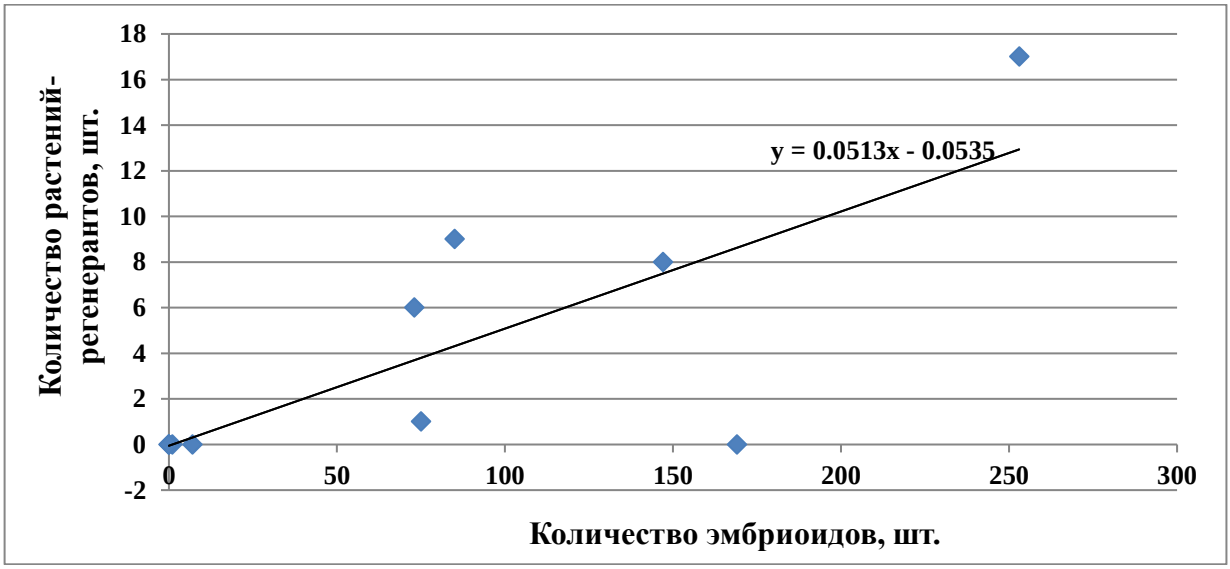


Рисунок 1. Зависимость выхода растений-регенерантов риса от количества эмбриоидов

Общее количество полученных взрослых регенерантов, сформировавших метелки, составляет 9 растений, из которых одно – Капитан х Кубояр, остальные – Капитан х Акустик (рисунок 2). Растения зацвели в первой половине апреля 2022 года, они различались по морфотипу и относились к двум разновидностям по окраске колосковых чешуй: *italica* и *nigro-apiculata*. Колосковые чешуи различались по длине от 5 до 8 мм. Колоски этих растений несли недоразвитые пыльники и были стерильными. Это может быть связано либо с гаплоидным состоянием растений, либо с пониженной положительной температурой в теплице во время закладки репродуктивных органов в конусе нарастания. Ответ на этот вопрос даст цитологический анализ с подсчетом числа хромосом или культивирование растений при оптимальной температуре. Исследования продолжаются, так как растения регенеранты должны произвести семена для дальнейшего их использования в селекционном процессе. Для этого необходимо обработать корни растений колхицином, чтобы удвоить хромосомы. В будущем необходимо охватить большее количество генотипов гибридных растений для получения дигаплоидов и ускорения селекции.

Выводы. В результате проведенной работы по получению дигаплоидных линей на основе 11 гибридных комбинаций риса в общей сложности культивировали 13282 пыльника, из которых получили 265 каллуса. Наибольшая частота образования каллусов наблюдалась в комбинациях Акустик х Nerica 1, Nerica 1 х Акустик, Капитан х Акустик. В общей сложности получено 810 эмбриоидов-новообразований. Растения сформировались в шести комбинациях, из которых максимальное количество (23 шт.) было у гибрида Капитан х Акустик. Зеленые растения были у двух комбинаций, сформировавших взрослые цветущие растения, которые оказались стерильными из-за недоразвития пыльников.

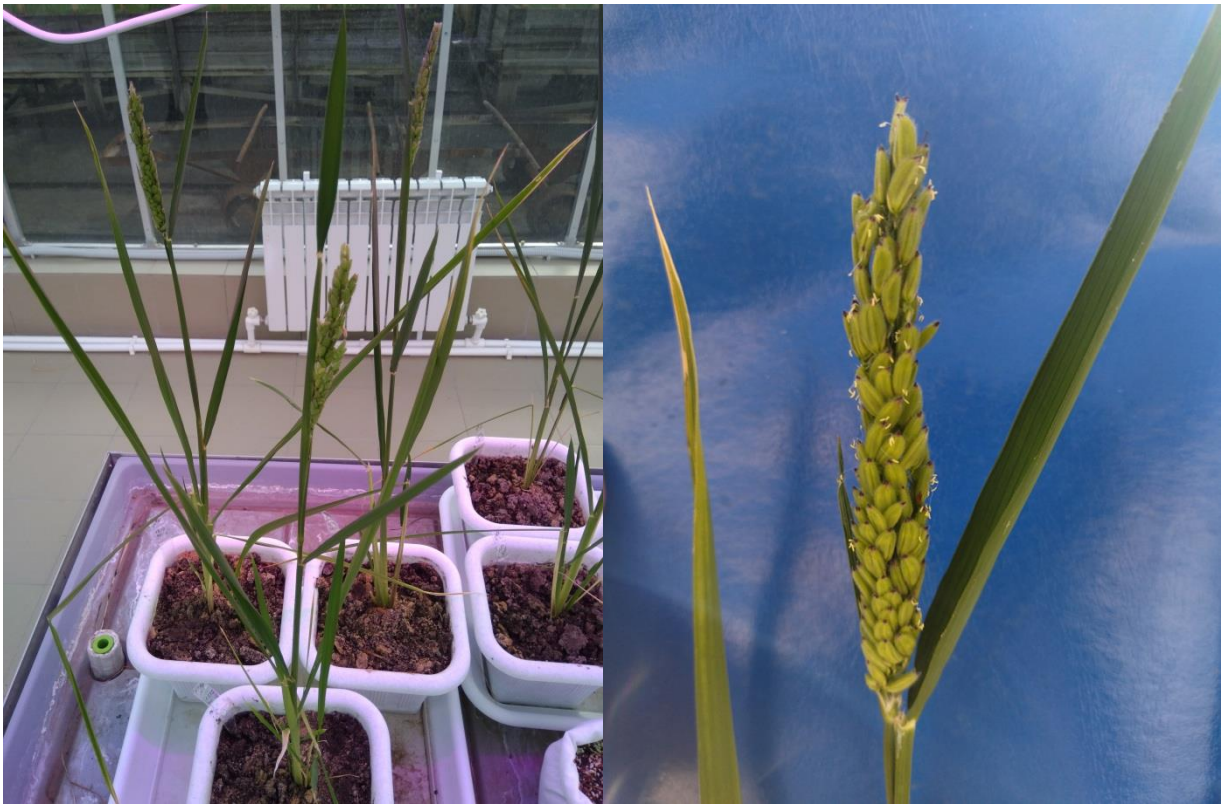


Рисунок 2. Цветущие растения-регенеранты риса в теплице, апрель 2022 г.

Список литературы

1. Бушман Н.Ю. Эффективность питательных сред для индукции каллусообразования у гибридов риса / Н.Ю. Бушман, С.А. Верещагина // Рисоводство. - 2013. - № 1(22). - С. 13-16.
2. Гончарова Ю.К. Использование культуры пыльников в селекции риса в Китае: Обзор / Ю.К. Гончарова // Рисоводство. – 2005. – № 7. – С. 8-12.
3. Гончарова Ю.К. Использование метода культуры пыльников в селекции риса / Ю.К. Гончарова. – Краснодар: ВНИИ риса, 2012. – 91 с.
4. Гученко С.С. Сравнительная характеристика и отбор дигаплоидных линий риса по хозяйственно ценным признакам / С.С. Гученко // Дальневосточный аграрный вестник. - 2016. - № 1. - С. 10-15.
5. Илюшко М.В. Создание регенерантных линий методом культуры пыльников in vitro для селекции риса на российском Дальнем Востоке / М.В. Илюшко, М.В. Ромашова // Дальневосточный аграрный вестник. 2017. №4(44). С.

6. Малышева Н.Н. Получение, оценка и отбор дигаплоидных линий риса с хозяйственно ценными признаками / Н.Н. Малышева, Б.Г. Савенко, В.А. Глазырина, Л.А. Шундрина // Рисоводство. -2012. - № 2. - С. 14-18.
7. Савенко Е.Х. Использование метода культуры пыльников для создания исходного материала сельскохозяйственных культур / ЕХ. Савенко, С.В. Королева, Ж.М. Мухина [и др.] // Рисоводство. - 2016. - № 1-2 (30-31). - С. 76-79.
8. Bishnoi U.S. High frequency androgenesis in indica Basmati rice hybrids using liquid culture media / U.S. Bishnoi, R.K. Jain, K.R. Gupta [et al.] // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. – 1995. – Vol. 61. – P.153-159.
9. Miah M.A.A. Inheritance of callus formation ability in anther culture of rice, Oryza sativa L. / M.A.A. Miah, ED. Earle, G.S. Khush // Theor. Appl. Genet. - 1985. - Vol. 70. - P. 113-116.

ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РИСА

Краснова Е.В., Костылев П.И., Аксенов А.В.
ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», г. Зерноград, Россия,
* Корреспондирующий автор (krasnovaelena67@mail.ru)

ELEMENTS OF THE CROP STRUCTURE THAT AFFECT THE PRODUCTIVITY OF RICE

Krasnova E.V., Kostylev P.I., Aksenov A.V.
State Scientific Establishment “Agricultural Research Center “Donskoy”, Zernograd, Russia;
Corresponding author (krasnovaelena67@mail.ru)

Аннотация. В статье представлены результаты изучения влияния элементов структуры урожая и других количественных признаков на продуктивность риса. Проведен анализ варьирования величин признаков у образцов контрольного питомника, установлены закономерности их влияния на продуктивность. Наибольшая урожайность формируется при наличии оптимальных значений признаков: высота – 90-95 см, длина метелок – 16-17 см, количество колосков на метелке – 110-120 штук, масса 1000 зерен – 32-36 г, количество продуктивных стеблей на 1 м^2 – 300-350 шт. Полученные оптимальные величины можно использовать при формировании модели сорта.

Ключевые слова: рис, урожайность, элементы структуры, контрольный питомник.

Abstract. The article presents the results of studying the influence of elements of the crop structure and other quantitative characteristics on the productivity of rice. The analysis of the variation of the values of signs in the samples of the control nursery was carried out, the regularities of their influence on productivity were established. The highest yield is formed in the presence of optimal values of signs: height – 90-95 cm, length of panicles – 16-17 cm, number of spikelets per panicle – 110-120 pieces, weight of 1000 grains – 32-36 g, number of productive stems per 1 m^2 – 300-350 pieces. The obtained optimal values can be used in the formation of a variety model.

Keywords: rice, yield, structural elements, control nursery.

Рис является одной из важнейших продовольственных культур. Для увеличения его производства необходимо увеличивать урожайность, поскольку все возможные земельные площади уже использованы. Поэтому повышение потенциала урожайности является основной целью селекционной работы в современную эпоху. Компоненты урожайности

относятся к структуре растения риса, которые напрямую влияют на продуктивность. К ним относятся количество метелок на единице площади, количество колосков (потенциальных) зерен на метелке, процент выполненных зерен на метелке и масса каждого зерна. Теоретическую урожайность можно определить, если перемножить эти величины. На них значительно влияют генетические, метеорологические, технологические и другие факторы. Жизненный цикл растений очень сложен и многогранен, изменяясь от совокупности факторов.

Количество зерен в метелке определяется сортом и густотой стояния. Большинство сортов риса обычно дают от 70 до 140 зерен на метелке; чем выше густота растений, тем меньше количество зерен на метелке. Количество зерен на метелке устанавливается во время ее дифференциации. Разреженный стеблестой будет способствовать производству большего количества побегов и зерен на метелке, но поскольку существует генетический предел количества зерен на метелке, такие растения на полях с очень низкой густотой могут быть не в состоянии производить достаточное количество зерен на гектаре. Всю сложность и многогранность жизненного цикла растений может отразить только совокупность факторов. Поэтому для реального понимания составляющих урожая надо учитывать все показатели его структуры. Сравнительный анализ компонентов урожая необходим для моделирования морфотипа растений на базе оптимальных величин элементов структуры урожайности и выведения более продуктивных сортов.

Цель исследования – изучить влияние элементов структуры урожая на продуктивность риса контрольного питомника.

Материал и методика. Исследования проводились в ОП «Пролетарское» в Пролетарском районе Ростовской области. Фенологические наблюдения, полевые учеты, оценки растений на поражение болезнями, степень полегания и осыпания зерна проводили по методике Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1985) и методике полевого опыта (Доспехов Б.А., 1985). Структурный анализ делали по методике ВНИИ риса (1972). Делянки контрольного питомника площадью 25 $м^2$ засевали в двукратной повторности сеялкой Винтерштайгер. Стандарт – сорт Южанин.

Учет стеблестоя проводили на закрепленных площадках по всходам и перед уборкой урожая. Определяли густоту стеблестоя, высоту и продуктивность отдельных растений, длину метелок, число зерен на них, массу зерна с делянки и др. Уборку урожая проводили напрямую комбайном КС 575. Урожайность пересчитывали с учетом 14% влажности. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программы Excel, построение графиков – в программе Statistica 8.

Результаты исследований. Высота изучаемых образцов в КП колебалась от 65 до 95 см. Средняя высота составила 81,6 см, на 6,1 см ниже стандарта Южанин (87,7 см). Корреляционный анализ показал, что высота растений риса имела среднюю положительную связь с урожайностью (r=0,34±0,09), низкую с вегетационным периодом (r=0,15±0,09).

Это связано в значительной степени с криволинейными зависимостями. Взаимосвязь высоты растений образцов КП с их урожайностью показана на рисунке 1. Наиболее урожайными, около 7 т/га, были образцы с высотой растений 90-95 см.

Метелки у большинства образцов были средними, от 12,0 до 21,3 см (в среднем 14,6), у высокорослых сортов они были длиннее. Корреляция длины метелок с высотой растений составляет 0,39±0,09; продолжительностью вегетационного периода – 0,15±0,05; числом стеблей к уборке – 0,55±0,10, с количеством колосков – 0,32±0,10, с остальными признаками корреляция либо отсутствовала (кустистость, масса стебля), либо принимала отрицательные значения (пустозерность). Максимальная урожайность около 7,8 т/га,

формируется у группы образцов со средними плотными метелками длиной 16-18 см, а затем плавно снижается у длинометельчатых форм (рисунок 2).

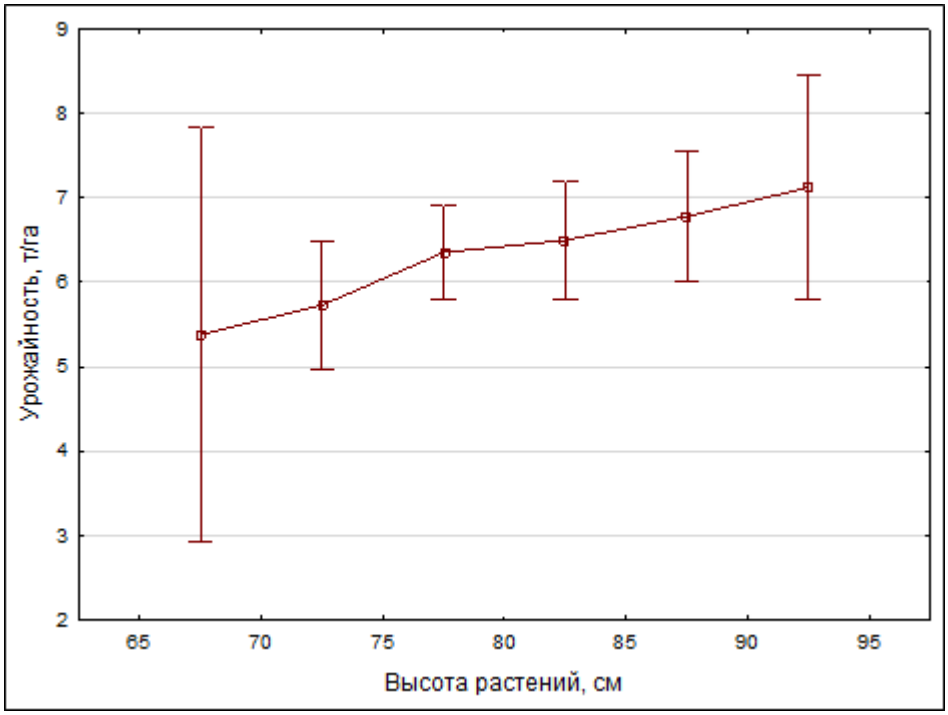


Рисунок 1. Зависимость урожайности от высоты растений образцов КП

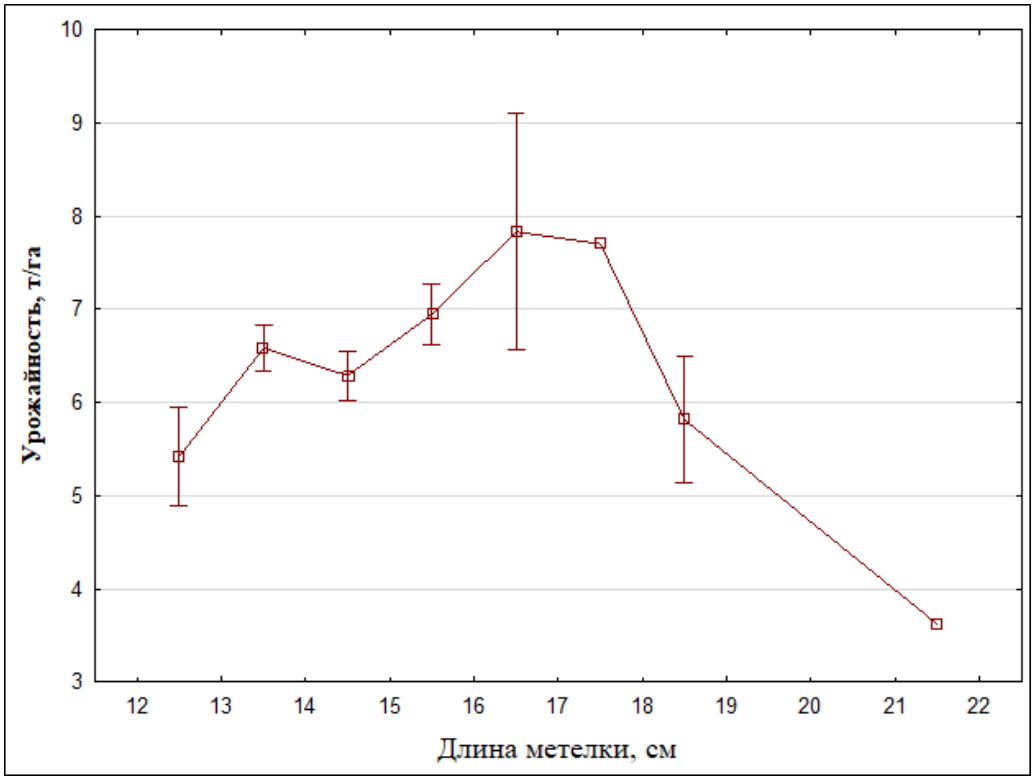


Рисунок 2. Зависимость урожайности от длины метелок образцов КП

В продуктивности метелки базисным показателем является количество колосков, поскольку этот элемент структуры закладывается и формируется первым. Закладку меньшего количества тех органов, которые формируются на более ранних этапах развития, можно компенсировать органами, образующимися позднее. Уменьшение урожая от элементов структуры, которые формируются первыми, вследствие возможности компенсации может быть незначительным (Скаженник, 2017).

Наоборот, компоненты продуктивности, формирующиеся в конце развития растений, почти не имеют возможности для компенсации, а потому снижение урожая может быть значительным. Небольшое количество продуктивных побегов может компенсироваться в процессе развития увеличением числа колосков в метелке, меньшее число колосков компенсируется повышением массы 1000 зерен (Воробьев, 2013).

Среднее количество выполненных зерен в КП в текущем году составило 111,7 штук (от 67,5 до 161,5). Среднее количество колосков на метелке составило 120,7 штук (от 85 до 167), у стандарта Южанин – 130.

Число колосков имеет сильную положительную корреляцию с плотностью метелки (0,84±0,07), среднюю положительную – с массой зерна с метелки (0,57±0,09), массой стебля (0,43±0,08), отрицательную – с числом растений по всходам и к уборке, числом продуктивных стеблей, массой 1000 зерен, с остальными признаками связь была слабой, либо отсутствовала.

Анализ графика зависимости урожайности от количества колосков на метелке показал четырехвершинность, сначала при увеличении числа колосков в метелке средняя урожайность резко возрастает до максимума 7,25 т/га у образцов, имеющих 110-120 колосков на метелке, затем плавно снижается до 6,3 т/га (рисунок 3).

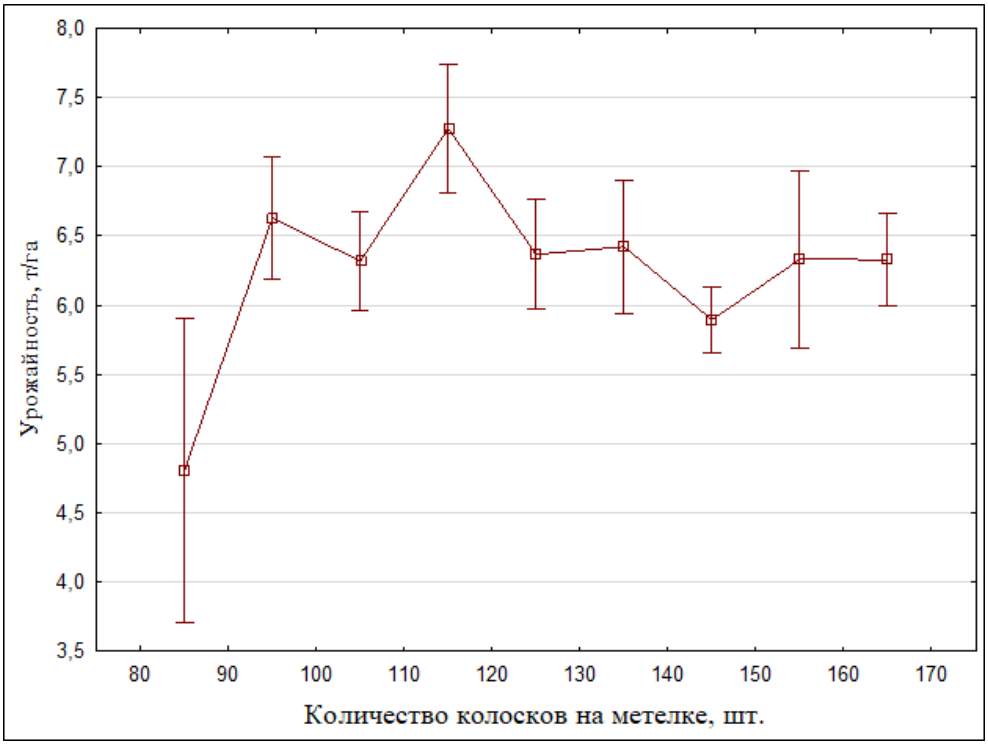


Рисунок 3. Зависимость урожайности от количества колосков на метелке образцов КП

Масса зерна с метелки у изучаемых образцов в среднем составила 2,87 г и колебалась от 2,03 до 3,96 г, у стандарта Южанин масса зерна с метелки составила в среднем 3,50 г. Масса зерна с метелки имела сильную положительную корреляцию с массой одного стебля

(r = 0,92±0,13), среднюю – с количеством колосков (r = 0,57±0,13), количеством зерен (r = 0,56±0,13), массой 1000 зерен (r = 0,39±0,11), высотой растений (r = 0,30±0,11), плотностью метелки (r = 0,25±0,13). Отрицательная средняя корреляция отмечена с количеством растений и стеблей на 1 м^2.

Особая роль массы зерновки, сравнительно с другими компонентами урожая, заключается в том, что закладка и формирование зерновки происходит в сжатые сроки и уменьшение ее массы не может быть компенсировано никакими другими элементами урожая. Колебания в массе 1000 зерен были значительными и составляли от 21,4 до 42,1 г, в среднем 29,6 г, что ниже стандарта Южанин – 31,0 г. Этот признак имел среднюю положительную корреляцию с массой зерна с метелки (r = 0,39±0,11), массой 1 стебля (r = 0,41±0,11) и слабую – с высотой растений (r = 0,16±0,08). С остальными признаками связь отсутствовала или была отрицательная. Наибольшая урожайность формировалась у образцов с массой 1000 зерен в пределах 32-36 г (рисунок 4).

Неплохую продуктивность показал образец Дон 7746 [(Крупнозерный х Стрелец) х Кубояр] с массой 1000 зерен 42,1 г, сформировав урожайность 8,02 т/га.

Кустистость колебалась от 1,3 до 2,9 стеблей на растении, в среднем – 2,1. Количество продуктивных стеблей на 1 м2 варьировало по сортам от 93 до 322 (в среднем 194), определяя их урожайность. Наиболее высокая урожайность зерна формировалась при густоте продуктивного стеблестоя 300-350 стеблей на 1 м2 (рисунок 5).

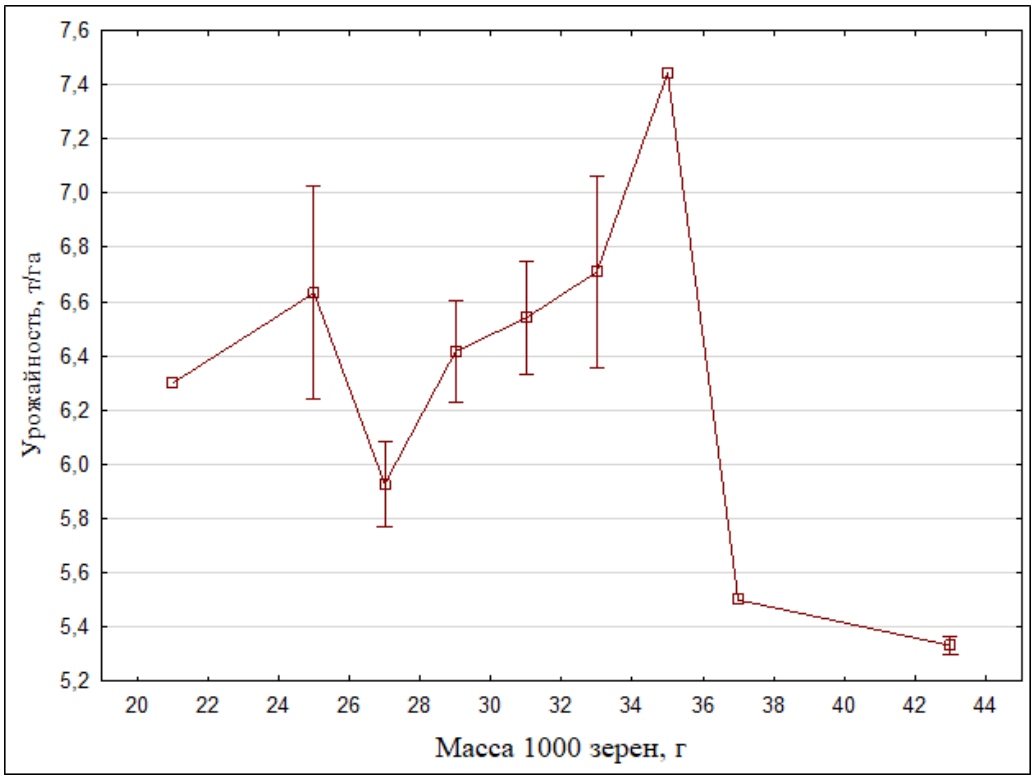


Рисунок 4. Зависимость урожайности от массы 1000 зерновок у образцов КП

Максимальная урожайность зерна риса формируется тогда, когда количество стеблей на единице площади и число колосков на метелке имеют оптимальные значения: 300-350 шт./м^2 и 110-120 шт./метелке, соответственно. Поэтому нужно создавать такие сорта, которые незначительно снижают массу зерна с метелки при увеличении плотности посева. Полученные оптимальные величины можно использовать при формировании модели сорта.

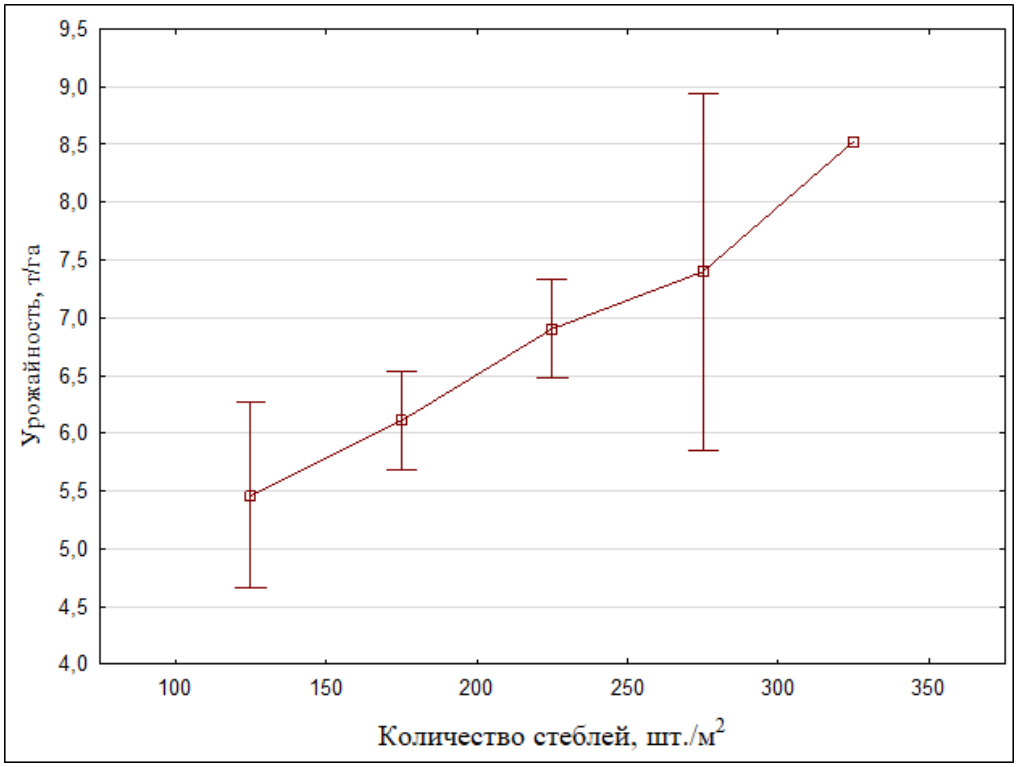


Рисунок 5. Зависимость урожайности риса от числа продуктивных стеблей на 1 м^2

Выводы

Проведен анализ элементов структуры урожая, установлены закономерности их влияния на продуктивность.

Наибольшая урожайность формируется при наличии оптимальных значений признаков: высота – 90-95 см, длина метелок – 16-17 см, количество колосков на метелке – 110-120 штук, масса 1000 зерен – 32-36 г, количество продуктивных стеблей на 1 м^2 – 300-350 шт.

Полученные оптимальные величины можно использовать при формировании модели сорта.

Список литературы

1. Воробьев Н.В. Физиологические основы формирования урожая риса. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. С.64-65.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): Изд. 6-е. Москва: Альянс, 2011. 350 с.
3. Методика Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. – М.: Сельхозиздат, 1963. 243 с.
4. Скаженник М.А., Воробьев Н.В., Ковалев В.С., Уджуху А.Ч., Балясный И.В. Уборочный индекс и его связь с формированием урожайности и элементами структуры урожая сортов риса // Достижения науки и техники АПК, 2017. Т.31. № 2. С. 29-31.
5. Сметанин А.П., Дзюба В.А., Апрод А.И. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян. – Краснодар, 1972. 155 с.

ОСОБЕННОСТИ ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ IN VITRO КОРНЕВИЩНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ *HOSTA* L.

Кулько С.В., Бородаева Ж.А., Ткаченко Н.Н., Тохтарь Л.А.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»), г. Белгород, Россия.
kulko@bsu.edu.ru

FEATURES OF THE INTRODUCTION OF RHIZOUS PLANTS IN VITRO CULTURE ON THE EXAMPLE OF *HOSTA* L.

Kulko S.V., Borodaeva Zh.A., Tkachenko N.N., Tokhtar L.A.
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Belgorod State National Research University" (NRU "BelSU"), Belgorod, Russia.
kulko@bsu.edu.ru

Аннотация. В результате проведенного исследования оптимизирован этап введения в культуру *in vitro* растений вида *Hosta* L. сортов Big Badu, Mediovariegata и Striptease. Была выявлена важность дополнительной физической очистки в процессе стерилизации корневищных почек с использованием щеток с щетиной мягкой или средней жесткости в сочетании с мыльными растворами, в зависимости от жесткости поверхности экспланта. Предварительная очистка позволила получить чистую стерильную культуру растений вида *Hosta* L. сортов Big Badu, Mediovariegata и Striptease.

Ключевые слова: *Hosta* L., биотехнология растений, *in vitro*, микроклональное размножение.

Abstract. As a result of the study, the stage of introduction of plants of the species *Hosta* L. varieties Big Badu, Mediovariegata and Striptease into in vitro culture was optimized. The importance of additional physical cleaning during the sterilization of rhizomatous buds using brushes with soft or medium bristles in combination with soap solutions, depending on the hardness of the explant surface, has been identified. Preliminary purification made it possible to obtain a pure sterile culture of plants of the species *Hosta* L. cultivars Big Badu, Mediovariegata and Striptease.

Keywords: *Hosta* L., plant biotechnology, *in vitro,* micropropagation.

Введение

Хоста гибридная – многолетнее травянистое растение из семейства Спаржевых, обладающая высокой зимостойкостью и неприхотливостью, а также устойчивостью к вредителям и заболеваниям (Grenfell D., Shadrack M, 2009). Как растение теневыносливое, она является незаменимым элементом для ландшафтного озеленения, востребованным в создании клумб, альпийских горок и приствольной зоны деревьев (Химина Н.И., 2009). В последние годы хоста стала незаменимым растением, как в городском озеленении так и в озеленении частных территорий (Иванова И.В., 2015). Размножение гибридной хосты происходит в основном вегетативно – делением куста и черенкованием, причем молодые растения плохо приживаются после пересадки, и образование новых побегов происходит чрезвычайно медленно (Набиева А.Ю., 2009), что осложняет и существенно замедляет процесс промышленного воспроизводства хосты.

Метод *in vitr*o позволяет управлять процессом размножения, и повышать его интенсивность путем использования фитогормонов, варьирования состава питательной среды и полного контроля за физическими параметрами, такими как освещенность и

температура окружающего пространства (Мухаметвафина А. А., Миронова Л. Н., 2014). Одним из наиболее ответственных этапов применения технологии микроклонального размножения является инициация культуры в среду *in vitro*. На данном этапе приходится сталкиваться с массированным заражением (как бактериальным, так и грибным), и осуществлять подбор оптимальной комбинации стерилизаторов и времени экспозиции растительного материала в них, с целью достижения максимальных показателей как стерильности так и выживаемости исходного материала.

Целью данной работы явилось выявление значения дополнительной физической очистки в процессе стерилизации корневищных почек растений рода *Hosta* L. при введении в культуру *in vitro*, на примере трех сортов: Big Badu, Mediovariegata и Striptease.

Материалы и методы

Исследования выполнены на базе лаборатории биотехнологии растений НОЦ «Ботанический сад НИУ «БелГУ» природно-ландшафтного комплекса «Ботанический сад НИУ БелГУ».

В качестве объекта исследования для введения в культуру в период вегитации были отобраны визуально здоровые и отвечающие сортовым признакам экземпляры хосты сортов Big Badu, Mediovariegata и Striptease.

Подготовка к введению в культуру начиналась с предварительной очистки образцов, которая включала в себя их отмывание от остатков почвы сразу после изоляции от основной ткани корневища. Экспланты контрольной и опытной группы были подвергнуты отмыванию под проточной водой без применения моющих средств, затем корневищные почки хост контрольной группы оставляли в растворе моющего средства Fairy на орбитальном шейкере на полчаса, а экспланты опытной группы отмывали вручную при помощи зубной щетки с нанесенным непосредственно на щетину моющим средством, тщательно вычищая все затемненные участки, оценку результата контролируя визуально.

Процесс стерилизации включал в себя последовательную экспозицию очищенных эксплантов в 0,5% р-ре беномила (фунгицид «Фундазол») и белизны «Доброхим» (1:1). Время экспозиции было неизменным для растений опытной и контрольной группы. Нулевой пассаж проводили на среде MS, с добавлением 6-БАП в концентрации 0,5 мг/л (Murashige, T; Skoog, F., 1962).

Все манипуляции с полученным стерильным материалом проводили в стерильных условиях ламинар-бокса, поверхность которого, а также руки, дополнительно обеззараживали 70% раствором этилового спирта. Крышки колб и рабочий инструмент обжигали в пламени спиртовой горелки. Пробирки с эксплантами укупоривали алюминиевыми крышками и изолировали от внешней среды с помощью пищевой пленки.

Пробирки с эксплантами отправляли в помещение культуральной, в которой происходила инициация растений в культуру *in vitro* в условиях постоянной температуры и влажности, на фитостеллажах с фотопериодом 16/8.

Данные фиксировали в журналах учета, с проведением фотосъемки полученных регенерантов.

Результаты

В течение первой недели после процесса инициации в культуру *in vitro* экспланты контрольной группы хосты сорта Big Badu на 70% поражены грибной инфекцией от общего числа высаженных образцов, экспланты сорта Mediovariegata – на 82%, экспланты сорта Striptease – на 74%. Такой высокий показатель поражения связан с тем, что корневищные почки Хосты окружены волокнами, остающимися от отмирающих листьев, и ввиду этого, простая отмывка без применения щеток не дает необходимого результата.

В течение второй недели потеря эксплантов, связанная с грибным поражением, составила для сорта Big Badu – 7%, для сорта Mediovariegata – 10%, для сорта Striptease –

2%. По результатам процесса инициации в культуру *in vitro* эксплантов контрольной группы удалось получить 2 минирастения хосты Big Badu, 1 минирастение хосты Mediovariegata, 2 минирастения хосты сорта Striptease (рисунок 1).

Рисунок 1. Минирастения *Hosta* L., сортов Big BaDU, Striptease и Mediovariegata.

Растения опытной группы были подвержены в основном бактериальному заражению, которое в норме присоединяется к наиболее реактивному и первому приводящему к гибели эксплантов – грибному заражению.

Грибное заражение эксплантов не было обильно выражено. В течение первой недели после процесса инициации в культуру *in vitro* процент пораженных плесневыми грибками инициированных почек *Hosta* L. составил 5% для сорта Big Badu, 10% для сорта Mediovariegata, и 11% для сорта Striptease.

Поражения грибной инфекцией в течение второй недели составили 2% от оставшегося числа эксплантов для хосты сорта Big Badu, 1% для хосты сорта Mediovariegata, и 1% для хосты сорта Striptease.

В 5 случаях грибное заражение, произошедшее на второй неделе инициации, представляло собой поражение малой интенсивности на фоне крайне агрессивного бактериального заражения.

Выход здоровых минирастений среди хост опытной группы составил: для сорта Big Badu – 4 минирастения, для сорта Mediovariegata – 5 минирастений, для сорта Striptease – 7 минирастний.

Выводы

Таким образом, для успешного введения в культуру *in vitro* корневищных растений вида *Hosta* L. необходимо проводить дополнительный подготовительный этап по отмывке образцов. На этапе физической очистки экспланта от загрязнений, до проведения стерилизации и с целью повышения ее эффективности, целесообразно проводить физическую очистку эксплантов при помощи щеток с щетиной мягкой или средней жесткости в сочетании с мыльными растворами, в зависимости от жесткости поверхности экспланта.

Список литературы

1. Иванова И.В. Описание наиболее распространенных видов хосты в коллекциях / Иванова И.В., Игнатова Е.Д. // Научный аспект. 2015. № 4-2. С. 170-178.
2. Мухаметвафина А. А., Миронова Л. Н. Размножение хосты in vitro с использованием корневищных почек // Аграрная Россия, 2014, №8 – С. 7-9
3. Набиева А. Ю. Клональное микроразмножение сортов Hemerocallis l. и Hosta l. при использовании эксплантов тканей и органов цветка. // Труды Никитского ботанического сада, 2009, - т. 131.
4. Химина Н. И. Хосты. // М.: Кладезь-Букс, 2005. — 96 с.

5. Murashige, T; Skoog, F. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures" // Physiologia Plantarum. 15 (3) (1962): 473–497.
6. Grenfell D., Shadrack M. The New Encyclopedia of Hostas. //Portland, OR: Timber Press, 2009.

КОЛЛЕКЦИЯ IN VITRO РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ: ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ, ИЗУЧЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ

Малаева Е.В.[1,2]
[1]ГБУ ВО «Волгоградский региональный ботанический сад», г. Волгоград, Россия
e.malaeva@mail.ru
[2]ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», г. Волгоград, Россия
e.malaeva@mail.ru

IN VITRO COLLECTION OF RARE PLANT SPECIES: PRINCIPLES OF FORMATION, STUDY AND PRESERVATION

E.V. Malaeva[1,2]
[1]State Budget Institution of the Volgograd region «Volgograd Regional Botanical Garden», c. Volgograd, Russia
e.malaeva@mail.ru
[2]Volgograd State Social & Pedagogical University, Volgograd, Russia
e.malaeva@mail.ru

Аннотация. Наряду с традиционными методами сохранения растений *ex situ* применение культуры изолированных тканей и органов становится все более и более актуальным. Работа по созданию коллекции *in vitro* Волгоградским региональным ботаническим садом ведется с 2005 года. На данный момент коллекция редких растений *in vitro* содержит 50 видов, относящихся к 19 семействам. В коллекции *in vitro* Волгоградского регионального ботанического сада наиболее представлены редкие виды растений следующих семейств: *Fabaceae, Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Asteraceae*, *Iridaceae*. Подобраны условия для длительного депонирования. Показана определяющая роль модификаций питательных сред и факторов культивирования для замедленного роста эксплантов исследуемых культур и сохранения их жизнеспособности. Хранение *in vitro* ценных форм растений является высокоэффективным и актуальным способом для содержания коллекций растений и сохранения биологического разнообразия.

Ключевые слова: Биологическое разнообразие, Волгоградский региональный ботанический сад (ВРБС), редкие растения, клональное микроразмножение, *in vitro*.

Abstract. Equally with traditional methods of plant conservation ex situ application of isolated tissue and organ cultures has become more and more actual. Work on creating of *in vitro* collection as the Volgograd regional botanical garden is conducted since 2005. The collection *in vitro* of rare species of Volgograd regional botanical garden 50 species and 19 families: *Fabaceae*, *Brassicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Asteraceae*, *Iridaceae* families. The conditions for long-term deposition were selected. The determining role of nutrient media modifications and cultivation factors for stunted growth of the studied cultures explants and preservation of their viability is shown. Hence the storage in vitro of valuable plant forms is a highly efficient and useful way for maintenance of plant collections and conservation of plant biodiversity.

Keywords: Biological diversity, Volgograd Regional Botanical Garden (VRBG), rare plants, clonal micropropagation, *in vitro*.

Растения являются важнейшим мировым биологическим ресурсом. Их объем и численность популяции из года в год значительно изменяется. В результате, все больше число видов имеет статус, нуждающихся в охране, а проблема сохранения биологического разнообразия сегодня признана одной из ключевых. Традиционно работы по сохранению генофонда растительного мира ведут ботанические учреждения многих стран мира. Работа по формированию и комплексному изучению коллекции редких и исчезающих видов растений в ГБУ ВО «Волгоградский региональный ботанический сад» (далее ВРБС) ведется с 2005 года.

Цели, которые ставились при создании коллекции *in vitro*, в целом не отличаются от задач, возникающих при создании любой коллекции, однако имеют и некоторые специфические особенности:

сбор, идентификация, описание и номенклатура образцов, хранение, репродуцирование и изучение материала.

создание базы данных по редким видам растений, включающей информацию по каждому конкретному образцу.

В связи со сложностью введения редких видов в культуру и с неустойчивостью многих из них, состав коллекции постоянно меняется. На данный момент коллекция редких растений *in vitro* насчитывает 50 видов, относящихся к 19 семействам и разным эколого-фитоценотическим группам. Максимально представлены в коллекции семейства: *Fabaceae* Lindl. – 18%, *Iridaceae* Juss. – 14%, *Asteraceae* Dumort. – 10%, *Brassicaceae* Burnett – 8%, *Caryophyllaceae* Juss. – 8%, *Dioscoreaceae* R.Br.- 4%. Остальные семейства в коллекции составляют менее 2% и насчитывают только по одному представителю из семейства (рис. 1).

Репрезентативность коллекции дает возможность производить отбор наиболее типичных модельных объектов для проведения экспериментов по подбору оптимальных условий культивирования in vitro.

Методика исследований основана на общепринятых классических приемах работы с культурами изолированных тканей и органов растений (Бутенко, 1999).

При работе в культуре in vitro с редкими видами растений необходимо определить стратегию изучения, выбрать модель размножения и тип экспланта, подобрать условия культивирования. Именно правильный выбор модели размножения, а также состава питательной среды и условий культивирования на каждом этапе клонального микроразмножения обеспечивает устойчивое воспроизводство конкретных видов (Молканова и др, 2020).

В условиях *in vitro* растения культивировали в чашках Петри и биологических пробирках при освещении с интенсивностью 3 – 5 клк, при 16-часовом фотопериоде, температуре 24^0С и относительной влажности воздуха 70%.

Все опыты проводили трижды, повторность в каждом варианте 10-кратная.

Оптимальным режимом стерилизации семян исследованных видов является 5% лизоформин, при этом время экспозиции составляет 7 минут.

На этапе микроразмножения для редких видов растений использовали следующие минеральные основы питательных сред: Уайта (White, 1943), Гамборга и Эвелега (Gamborg, Eveleigh, 1968), Мурасига Скуга (Murashige, Skoog, 1962), Нича (Nitsch, 1974), Хеллера (Heller, 1953), Андерсона (Anderson, 1980) (Калинин, 1992).

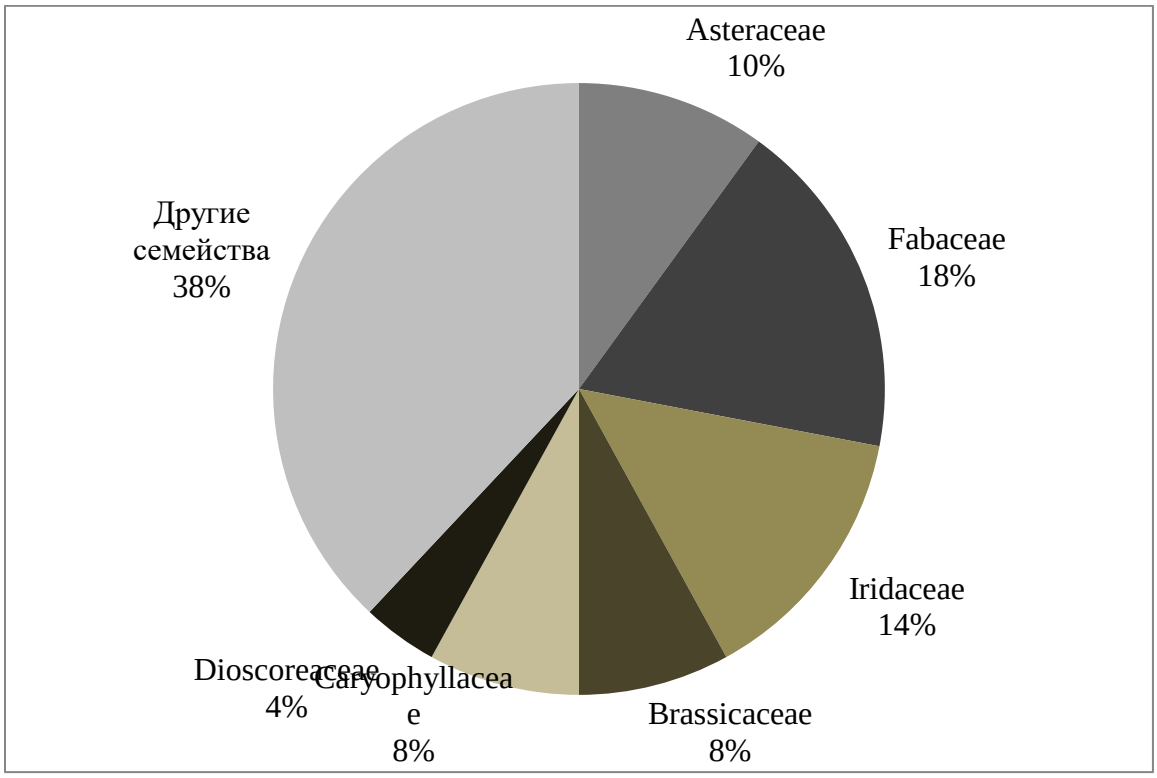


Рисунок 1. Таксономический состав коллекции *in vitro* редких видов растений ВРБС

Было установлено, что особенности клонального микроразмножения, а также выбор оптимального приема культивирования тесно связаны с особенностями биологии и размножения вида в природе. Среди факторов, оказывающих наибольшее влияние на морфогенетические процессы в культуре тканей и органов, в первую очередь необходимо выделить таксономическую принадлежность, генетические особенности растений-регенерантов, физиологическое состояние маточных растений, инициального экспланта, состав питательной среды, условия культивирования (Молканова, 2017; Малаева, 2019; Самарская и др., 2019).

При отборе растений, занесенных в Красную книгу РФ и включенных в Красную книгу Волгоградской области для культивирования *in vitro* мы руководствуемся следующими принципами: выбор высокодекоративных растений; растений с низкой эффективностью размножения традиционными методами; введение в культуру видов с категорией статуса редкости 1 и 2 (на этапе отработки технологий размножения в качестве растительного материала мы использовали виды со статусом 2 и 3).

При введение в культуру, материал собирается в экспедиционных выездах в местах естественного произрастания, а также на интродукционном участке природной флоры ВРБС. В качестве эксплантов, использовали как апикальные и латеральные меристемы, так и сегменты стерильных проростков, выращенных из семян, сегменты луковиц и изолированные зародыши (табл. 1).

На примере редких видов семейства *Fabaceae* установлена зависимость коэффициента размножения от количества субкультивирований. Так, для *Genista tanaitica* наиболее высокий коэффициент размножения наблюдался на этапе введения в культуру и на первых этапах субкультивирования, а для *Hedysarum grandiflorum* и *H. cretaceum* максимальный коэффициент размножения приходился на 4-6 пассаж.

Таблица 1. Объекты исследования и типы культивируемых эксплантов редких видов растений

Объекты исследования	Типы эксплантов
Lepidium meyeri Claus, *Matthiola fragrans* Bunge, *Silene cretacea* Fisch. ex Spreng., *Silene hellmanii* Claus, *Anthemis trotzkiana* Claus, *Jurinea cretacea* Bunge, *Senecio paucifolius* S.G. Gmel, *Senecio schwetzowii* Korsh., *Centaurea taliewii Kleop.*, *Centaurea gerberi* Stev., *Crambe tataria* Sebeok, *Hedysarum alpinum* L., *Calophaca wolgarica* (L. fil.) DC.	семена
Hedysarum cretaceum Fisch., *Genista tanaitica* P. Smirn., *Hedysarum grandiflorum* Pall., *Hedysarum razoumovianum* Fisch. et Helm ex DC., *Astragalus dasyanthus* Pall.	апикальные меристемы, семена
Bulbocodium versicolor (Ker-Gawl.) Spreng., *Bellevalia speciosa*, *Tulipa gesneriana* L., *Allium regelianum* A.Beck., *Allium gunibicum* Miscz. ex Grossh.	семена, сегменты луковиц
Artemisia salsoloides, *Artemisia hololeuca* Bieb. ex Bess., *Parthenocissus tricuspidata* Siebold & Zucc). Planch.	апикальные и латеральные меристемы, пазушные почки
Iris tenuifolia Pall., *Iris scariosa, Iris pumila, Gladiolus tenuis* Bieb., *Belamcanda chinensis* (L.) DC.	семена, изолированные зародыши

Примечание: КК ВО – Красная книга Волгоградской области – перечень по состоянию на 2017 г. (Красная книга…, 2017).

Различным было и оптимальное время пассажа. Для *Calophaca wolgarica* субкультивирование следует проводить через 30 – 35 дней, т.к. в дальнейшем увеличения коэффициента размножения не происходило и замедлялись темпы роста. Кроме того, у значительной части растений *in vitro* начинали подсыхать листья. Для *H. grandiflorum* и *H. cretaceum* время культивирования без пересадки составляет 50 – 70 дней и более.

Было изучено влияние различных концентраций цитокининов на пролиферацию. С помощью оптимизации гормонального состава среды удалось повысить коэффициент размножения *H. grandiflorum* и *H. cretaceum* в два раза, а *C. wolgarica* и *G. tanaitica* в 4-5 раз.

Результаты экспериментов по подбору сред на этапе укоренения показывают значительные отличия процента укоренения в зависимости, как от видовых особенностей редких и исчезающих видов, так и от концентрации ауксинов, применяемых для индукции ризогенеза.

Модельными объектами для проведения экспериментов по укоренению были выбраны представители семейства *Brassicaceae.* В ходе работы изучали влияние ИУК и ИМК на процесс ризогенеза. Укореняемые побеги *L. meyeri* высаживали на питательные среды, минеральную основу которых составляла полная и разбавленная вдвое модифицированная среда MS с добавлением 20 г/л сахарозы, 6,5 г/л агара и набора витаминов как в основной среде.

Наш опыт по укоренению редких видов растений показал, что при использование полной минеральной основы MS требуются более высокие концентрации ауксинов – от 1,0

мг/л. Использование обедненных питательных сред – Уайта, ½ MS позволяют снизить концентрацию ауксинов – от 0,3 до 0,5 мг/л.

Серьезной проблемой при культивировании редких видов *in vitro* является сокращение беспересадочного периода. В настоящее время на базе лаборатории ВРБС отрабатываются приемы и методы адаптации к нестерильным условиям и длительного депонирования редких видов растений. В результате проведенных исследований подобраны оптимальные условия для длительного сохранения растений-регенерантов.

Основная часть коллекции растений *in vitro* хранится в климатической камере (SANYO MRL-351H) на питательной среде ½ MS дополненной 6-БАП 0,2 мг/л, сахароза (20-30 мг/л), t (3-7^{0}C) и освещенность (500-1200 лк).

Таким образом, методы биотехнологии являются дополнительным вариантом сохранения редких видов *ex situ*. Их роль в сохранении редких видов тем более важна, что флора Нижнего Поволжья отличается уникальностью. Сохранение этого ценного генофонда возможно только при сочетании различных форм охраны, подкрепленных глубокими и разносторонними научными исследованиями.

Список литературы

1. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений in vitro и биотехнология на их основе. М.:ФБК-ПРЕСС, 1999. 160с.
2. Калинин Ф. Л., Кушнир Г. П., Сарнацкая В. В. Технология микроклонального размножения растений. Киев: Наукова думка, 1992. 488 с.
3. Красная книга Волгоградской области Т.2. Растения и другие организмы / под ред. д.б.н., проф. О.Г. Барановой, д.б.н., проф. В.А. Сагалаева. Воронеж: ООО «Издат-Принт», 2017. 268 с.
4. Малаева Е.В., Самарская В.О., Постнова М.В. Аспекты клонального микроразмножения и сохранения растений *in vitro* //Природные системы и ресурсы, 2019. Т.9. №3. С.13-22.
5. Малаева Е.В. Сохранение редких видов растений в коллекции *in vitro* Волгоградского регионального ботанического сада // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2019. № 18. С. 606-610.
6. Молканова О.И., Горбунов Ю.Н., Ширнина И.В., Егорова Д.А. Применение биотехнологических методов для сохранения генофонда редких видов растений // Ботанический журнал. 2020. Т.105. №6. С.610-619.
7. Молканова О. И. Использование биотехнологических методов для размножения и сохранения редких видов растений // Бюл. ГБС, 2017. №1(203). С. 42–48.

ВЫДЕЛЕНИЕ И ОЧИСТКА ДНК ИЗ СУХИХ ЧЕШУЙ ЛУКА РЕПЧАТОГО ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Митюков В.Д., Дуплий Н.Г.
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ, г. Ростов-на-Дону, Россия
duplii@rambler.ru

DNA ISOLATION AND PURIFICATION FROM DRY ONION PEEL FOR MOLECULAR GENETIC ANALYSIS

Duplii N.G., Mityukov V.D.
Academy of Biology and Biotechnology named after D.I. Ivanovsky, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
duplii@rambler.ru

Аннотация. Экстракция ДНК является основным узким местом в практической селекции с помощью маркеров (MAS), потому что это трудоемко, а также увеличивает стоимость тест-систем для определения селекционно-ценных признаков. Так как для дальнейшего ведения селекции требуются жизнеспособные растения, а использование в качестве материала молодые листья либо луковицы становится невозможным при масштабировании селекционного процесса, нами была предложена эффективная методика выделения ДНК из сухих чешуй лука репчатого для массового генотипирования селекционных образцов.

Ключевые слова: лук репчатый (*Allium cepa* L), выделение ДНК, маркер ассоциированная селекция, молекулярно-генетический анализ.

Abstract. DNA extraction is a bottleneck in practical marker-assisted selection (MAS) because it is labor intensive and adds to the cost of the test system to determine breeding-valuable traits. Selection process require viable plants, that is why young leaves and bulbs usage as DNA extraction material becomes impossible when the breeding process begin to scale. Thus, we proposed an effective method for DNA extraction from onion peel for mass breeding genotyping.

Key words: onion (*Allium cepa* L), DNA extraction, MAS, molecular genetic analysis.

Выделение ДНК — рутинная процедура, когда она проводится в лабораторных условиях, но не все протоколы и методы выделения поддаются масштабированию. полевых условиях это все еще может оставаться проблематичным [3].

Эффективное выделение ДНК может представлять некоторую сложность ввиду наличия в растениях различных вторичных метаболитов, таких как полисахариды и полифенолы, затрудняющих дальнейший анализ. Поэтому наиболее подходящим материалом для выделения ДНК являются молодые листья, с наименьшим содержанием вторичных метаболитов. Однако в большинстве случаев приходится работать с другими частями растения, например с плодами и луковицами, в которых содержится огромное количество полисахаридов и полифенолов. Стоит отметить, что исследования в этой области немногочисленны, и существующие протоколы экстракции для растительных объектов не охватывают весь спектр растительных культур. Поэтому цель данной работы - сравнение эффективности методов экстракции ДНК из «сложных» растительных объектов на примере сухих чешуй лука репчатого.

Задачи исследования:

1. Провести сравнительный анализ методик выделения ДНК из сухих чешуй лука репчатого

2. Разработать эффективную методику для выделения ДНК из сухих чешуй селекционных образцов лука репчатого для массового генотипирования

Материалы и методы

Материалом исследования служили отечественные сорта и гибриды лука репчатого (*Allium cepa* L.). Для исследования эффективности ДНК-маркеров, как контроли использовали 18 селекционных линий с заранее известным генотипом (табл. 1). Все образцы были любезно предоставленные сотрудниками ФГБНУ “АНЦ Ростовский”, а также ООО "ИНТЭКО". Выделение ДНК из сухих чешуй лука репчатого проводили с использованием набора DNeasy Plant mini kit (Qiagen, США) (выделение осуществляли в соответствии с протоколом от производителя), а также классическую фенол-хлороформную экстракцию с дальнейшим осаждением в изопропиловом спирте с множеством различных вариаций [2]. Мы сравнивали три лизирующих буфера: в буфере №1 использовали 2% CTAB, в буфере № 2 – 2% SDS, №3 - 4 М гуанидиний тиоциант, остальные компоненты буферов оставались неизменными: 1% PVP; 100 mM Tris-HCl pH 8.0; 50 mM EDTA; 0.1% β-меркаптоэтанол. После лизаты очищались фенол-хлороформом, либо чистым хлороформом, либо без очистки в конце осаждались в изопропаноле. В итоге нами было проверено 10 различных вариантов экстракции (см. рис 1).

Для определения количества использовали флуориметр QuantiFluor® ST (Promega, США) и набор реактивов QuantiFluor®dsDNA System (Promega, США). методом ПЦР в режиме реального времени нами была установлена активность ДНК матрицы, для этого использовали праймеры на однокопийные гены хлоропластной, митохондриальной и ядерной ДНК, а также ДНК-маркеры, используемые в данный момент в селекции лука репчатого [1].

Результаты и обсуждение

В таблице 1 показаны результаты по определению количества выделенной ДНК из сочных чешуй различными способами.

Таблица 1. Количество ДНК, выделенной из сухих чешуй лука различными методами

Метод		Количество ДНК, нг/мкл	Примерное время выделения ДНК
Фенол-хлороформная экстракция ДНК	Guanidine	20±3.3	3 часа 20 минут
	SDS	21±3.0	
	CTAB	18±2.3	
Хлороформная экстракция ДНК	Guanidine	27±2.6	3 часа 20 минут
	SDS	21±3.6	
	CTAB	19±1.3	
Выделение на спин колонках (силика)	Guanidine	15±1.5	1 час 10 минут
	SDS	14±1.2	
	CTAB	19±1.3	
Экстракция без очистки с простым осаждением в изопропаноле	Guanidine	50±2.3	1 час 30 минут
	SDS	49±1.5	
	CTAB	35±1.3	

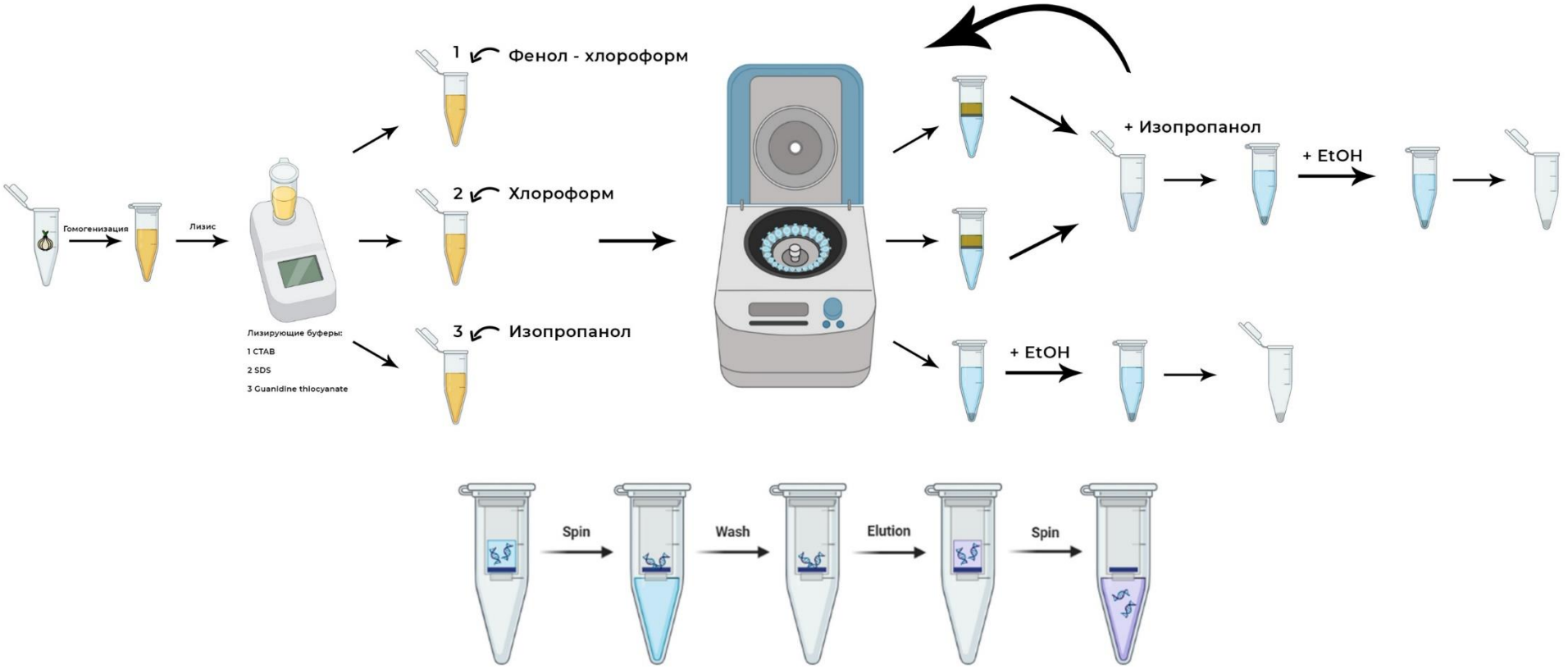


Рисунок 1. Различные способы выделения ДНК использованные в данном исследовании

В результате было установлено, что наибольшее количество ДНК удалось выделить с помощью лизирующего буфера на основе Guanidine и SDS – в среднем 50 нг/мкл; наименьшее количество – буфером на основе CTAB (35 нг/мкл, в случае отсутствия очистки).

Интересно отметить, что разные способы очистки не оказали влияния на финальные концентрации ДНК по сравнению друг с другом, но значительно отличались по качеству – в результате хлороформной очистки образцы получались чище. При сравнении чистоты выделения различных буферов наилучший результат показал CTAB буфер. Вероятнее это связано с тем, что буфера на основе Guanidine и SDS предназначены в первую очередь для очистки от белков и липидов, а не от полисахаридов [4]. Коммерческий набор, напротив, показал не лучшие результаты по сравнению с остальными - 7 нг/мкл выделенной ДНК и низкую эффективность ПЦР. Возможно, это связано с тем, что универсальность наборов приводит к значительной потере качества.

Выводы

1. Проведен сравнительный анализ эффективности методик выделения ДНК сухих чешуй лука репчатого. В итоге нами было проверено 10 различных вариантов экстракции

2. Определен наиболее эффективный метод выделения ДНК из сухих чешуй лука репчатого – экстракция на основе CTAB буфера, очистка с помощью хлороформа и последующее осаждение ДНК в изопропаноле.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в области научной деятельности № 0852-2020-0029.

Список литературы

1. Дуплий Н. Г., Митюков В. Д., Усатов А. В. Сравнительный анализ эффективности ДНК-маркеров, контролирующих аллели ядерного локуса Ms у лука репчатого (Allium cepa L.) //Биоразнообразие, рациональное использование биологических ресурсов и биотехнологии. – 2021. – С. 56-58.
2. Huang J., Ge X., Sun M. Modified CTAB protocol using a silica matrix for isolation of plant genomic DNA // Biotechniques. – 2000. – Vol. 28, №. 3. – P. 432-434.
3. Scobeyeva V. A. et al. Comparison of some plant DNA extraction methods //Russian Journal of Genetics. – 2018. – Т. 54. – №. 5. – С. 576-586.
4. Xia Y. et al. A modified SDS-based DNA extraction method from raw soybean // Bioscience reports. – 2019. – Т. 39. – №. 2.

ОЦЕНКИ ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ НА ОСНОВЕ АЛЛОЗИМНЫХ И МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ

Петюренко М.Ю., Камалова И.И.
ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», Воронеж, Россия.
forestgenetic@mail.ru

EVALUATIONS OF INTRASPECIES VARIABILITY OF FOREST TREE SPECIES BASED ON ALLOSYME AND MICROSATELLITE LOCUS

M.Yu. Peturenko, Kamalova I.I.
All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology
forestgenetic@mail.ru

Аннотация. В статье представлена эффективность использования разных видов молекулярно-генетических маркеров для оценки внутривидовой изменчивости лесных древесных видов. Показана целесообразность и эффективность комплексного подхода к оценке генетического разнообразия с применение разных типов маркеров: биохимических и ДНК-маркеров. Накопление информации показало, что оценки генного разнообразия на внутрипопуляционном уровне, полученные с использованием разных маркеров, различались. На основании литературных данных выявлена тенденция более высоких оценок изменчивости, вычисленных по микросателлитным локусам (SSRs-локусы). Существенные различия в уровне и структуре изменчивости отдельных видов маркеров объясняются спецификой их биологии и эволюционной истории. Как правило, оценки, полученные на базе SSRs-локусов вдвое и более раз выше, чем на основе аллозимного анализа.

Ключевые слова: *Pinus sylvestris* L., *Picea abies*, аллозимы, микросателлиты, генетическое разнообразие, популяционная структура.

Abstract. The article shows the effectiveness of using different types of molecular genetic markers to assess the intraspecific variability of forest tree species. The expediency and effectiveness of an integrated approach to the assessment of genetic diversity with the use of different types of markers: biochemical and DNA markers is shown. The accumulation of information showed that the estimates of genetic diversity at the intrapopulation level, obtained using different markers, differed. Based on the literature data, a trend of higher variability estimates calculated for microsatellite loci (SSRs loci) was revealed. Significant differences in the level and structure of variability of individual species are explained by the specifics of their biology and evolutionary history. As a rule, scores based on SSR loci are two or more times higher than those based on allozyme analysis.

Keywords: *Pinus sylvestris* L., *Picea abies*, allozymes, microsatellites, genetic diversity, population structure.

Оценка генетического разнообразия лесных древесных видов признана одним из стратегических приоритетов на международном уровне. Актуальность исследований в этой области объясняется тем, что генетическая изменчивость является основой стабильности лесных популяций, позволяя им адаптироваться к меняющимся условиям среды, включая изменения климата и устойчивость к заболеваниям. Сохранение генофонда лесных древесных видов необходимо также в качестве базы для будущих селекционных программ по выведению новых сортов, обладающих улучшенными хозяйственно ценными

признаками, по подбору кандидатов для лесосеменных плантаций, оно вносит незаменимый вклад в экологическую устойчивость.

Сохранение лесного генетического разнообразия, включает в себя комплекс направлений: оценку эволюционно сложившегося уровня, структуры и дифференциации внутривидовой генетической изменчивости лесных древесных видов на пространстве ареала обитания, мониторинг его трансформации под влиянием различных антропогенных и природных воздействий, уточнение границ популяций и ареалов родственных видов и зон (областей) естественной межвидовой гибридизации, выявление наиболее ценных и уникальных в генетическом отношении популяций. В естественных насаждениях изучаются факторы, влияющие на генетическую изменчивость и формирующие её, сюда входят исследования генетического дрейфа, величины и направления генного потока, популяционной структура и её изменений под влиянием антропогенных и других факторов, особенности системы размножения, влияние экологических условий местопроизрастания, а также вопросы межвидовой гибридизации *in situ*, идентификация видов, филогения и таксономия.

До средины прошлого века изменчивость лесных пород изучалась на основе фенотипических признаков – фенологических, морфологических, количественных хозяйственно важных признаков роста и развития, которые обычно оценивались в ходе полевых испытаний. Генетическая изменчивость исследовалась кариологическими и цитогенетическими методами, которые характеризовали особенности хромосомного аппарата. В течение последних нескольких десятилетий мир стал свидетелем быстрого роста знаний о последовательностях генома растений, физиологической и молекулярной роли различных генов растений, что произвело революцию в молекулярной генетике и ее эффективности в программах селекции растений. Были разработаны новые методы молекулярной биологии, позволяющие оценивать генетическую изменчивость отдельных особей по продуктам деятельности их генов вначале аллозимный (изоферментный) анализ и позже – методы исследования изменчивости кодирующих и не кодирующих участков ДНК. Непрерывное развитие молекулярной биологии способствует появлению всё новых молекулярных маркёров, анализ которых дополняет традиционные методы и позволяет получить ответы на вопросы функционирования генома. В современном понимании генетический маркер – это ген или последовательность ДНК с известным положением на хромосоме, контролирующая конкретный ген или признак. Генетические маркеры в целом делятся на две категории: классические маркеры и ДНК-маркеры. К классическим маркерам относят не только биохимические маркеры, но и морфологические и цитологические.

На сегодняшний день в связи с успешным развитием методов молекулярной биологии одним из применений является молекулярно-генетическое маркирование с помощью методов, основанных на ДНК-анализе для целей идентификации, изучения популяционно-генетической структуры, гибридизации и т. д., что особенно актуально в случае древесных растений, у которых получение генетической информации на основе фенотипа осложняется модифицирующим действием окружающей среды и большой длительностью поколения. Примерами ДНК-маркеров являются: полиморфизм длины рестрикционного фрагмента (RFLP), полиморфизм длины амплифицированного фрагмента (AFLP), простые повторы последовательности (SSR), однонуклеотидный полиморфизм (SNP) и др.

К настоящему времени накоплены обширные материалы по генетической структуре, уровням внутри- и межпопуляционной изменчивости, степени генетической дифференциации популяций в пределах ареалов основных лесообразующих видов хвойных нашей страны: сосны обыкновенной, видов лиственницы, ели и пихты

(Крутовский, 2014; Милютин, 2018). Российскими исследователями были получены количественные оценки основных показателей внутри- и межвидовой изменчивости ряда видов кедровых сосен по стандартному набору аллозимных локусов. На основе полученных данных обосновано выделение северных популяций кедра сибирского в особую группу вследствие их сильных отличий (до подвидового уровня) от остальных популяций. Благодаря развитию современных методов анализа были разработаны новые SSR-локусы для лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* DuTour) и др. На основании исследования изменчивости ядерных, хлоропластных и митохондриальных ДНК-маркеров изучены генетическое разнообразие, географическое распределение изменчивости, структура, внутри- и межвидовая дифференциация популяций лиственниц России. На основе анализа изменчивости разных типов ДНК-маркеров также получены данные о генетическом разнообразии и межвидовой дифференциации популяций видов рода *Abies*. Проведено сравнение хлоропластной, митохондриальной и ядерной (AFLP) филогений.

Тем не менее нужно отметить наличие существенных различий в уровне полиморфизма у локусов, относящихся к одному типу молекулярных маркёров. Например, в семьях полусибсов сосны обыкновенной у 5 SSRs локусов ядерной ДНК ожидаемая гетерозиготность (He) варьировала от 10 до 60% и более (Падутов, 2001). При тестировании 23 SSRs-локусов у сосны обыкновенной их индекс полиморфизма (PIC) варьировал от 18 до 85% (Калько, 2017).

Различия в изменчивости между разными типами маркеров объясняются тем, что, как уже упоминалось выше, разные маркеры характеризуют полиморфизм участков ДНК обладающих различной скоростью мутирования, уровнем нейтральности, наследования и других. Существенные различия в уровне и структуре изменчивости отдельных видов объясняются спецификой их биологии и эволюционной истории. В таблице 1 приведены примеры оценок внутривидовой изменчивости аллозимных и разных типов микросателлитных локусов у лесных древесных пород на территории России.

Таблица 1. Оценки внутривидовой изменчивости лесных древесных видов на основе аллозимных и микросателлитных локусов

Вид	Тип маркёра	P	Ho	He	F_{st} или G_{st}, %	Ссылка
Pinus sylvestris	аллозимы	0,55-0,92	0,22-0,46	0,23-0,40	3-6	Падутов, 2001, 2015; Гончаренко, 1993; Камалова, 1997.
	SSR	-	0,66-0,78	0,80-0,85	2-3	Nowakowska, 2019; Шейкина, 2011.
	4 nSSR	-	0,49-0,68	0,58-0,71	9	Ильинов, 2016
	ISSR	-	-	-	49	Видякин, 2015
Pinus sibirica	аллозимы	0,42-0,64	0,14-0,20	0,14-0,18	-	Политов, 2007; Крутовский, 1989.
	8 nSSR	-	0,35-0,46	0,43-0,47	2	Падутов, 2015.

Picea abies	аллозимы	0,46-0,80	0,18-0,21	0,16-0,22	3	Ledig, 1987; Giannini, 1991; Падутов, 2015, Гончаренко, 2001.
	19 EST-SSRs	-	0,02-0,78	0,2-0,78	3	Fluch, 2011.
Picea obovata	аллозимы	0,58-1,0	0,16-0,44	0,16-0,56	6	Наквасина, 2008; Камалова, 1999; Гончаренко, 2001.
	9 nSSR	-	0,27-0,47	0,31- 0,45	2,8-18,9	Кравченко, 2008.
	mh44 (мтДНК)	0,47-0,73	-	-	25	Экарт, 2019.

Примечание: P – полиморфность, Но – наблюдаемая гетерозиготность, Не – ожидаемая гетерозиготность, F_{st} и G_{st} – показатель доли межпопуляционной компоненты изменчивости.

Данные этой таблицы показывают, что величины параметров генетической изменчивости различаются между отдельными видами в 2 и более раз на основе обоих типов локусов. Например, ожидаемая гетерозиготность (Не) у *Pinus sylvestris* вдвое превосходит аналогичный параметр у *Pinus sibirica* как по оценке, проведенной на базе аллозимов, так и на основе SSRs. У этих типов маркёров и внутри видов также наблюдается широкий размах варьирования основных генетических параметров. При этом сохраняется тенденция более высоких оценок изменчивости, вычисленных по микросателлитам. Как правило, оценки, полученные на базе SSRs вдвое и более раз выше, чем на основе аллозимного анализа.

Дифференциация популяций требует выяснения факторов, влияющих на их генетическое разнообразие, понимания, какую величину генетической изменчивости принимать за норму для того или иного вида. Использование разных типов генетических маркёров позволяет получить более точную характеристику генетической изменчивости целевых видов.

Список литературы

1. Баранов О.Ю., Балюцкас В., Юшкаускайте А. и др. Молекулярно-генетический анализ полусибсового потомства сосны обыкновенной с различным уровнем экологической пластичности морфологических признаков / Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири: Материалы 4-го международного совещания Барнаул (24-29 августа 2015). Барнаул, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. – 2015. – С.9-11.
2. Баранов О.Ю., Балюцкас В., Юшкаускайте А. и др. Молекулярно-генетический анализ полусибсового потомства сосны обыкновенной с различным уровнем экологической пластичности морфологических признаков / Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири: Материалы 4-го международного совещания Барнаул (24-29 августа 2015). Барнаул, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. – 2015. – С.9-11.
3. Видякин А.И., Боронникова С.В., Пришнивская Я.В. Генетическая дифференциация морфофенотипически выделенных популяций сосны обыкновенной на востоке русской равнины / Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири: Материалы 4-

го международного совещания Барнаул (24-29 августа 2015), Ин-т леса им. В.Н. Сукачева СО РАН. Барнаул. 2015. – С.35–37.
4. Гончаренко Г.Г., Падутов В.Е. Популяционная и эволюционная генетика елей Палеарктики // Гомель: ИЛ НАНБ. –2001. – 197 с.
5. Гончаренко Г.Г., Силин А.Е., Падутов В.Е. Исследование генетической структуры и уровня дифференциации у *Pinus sylvestris* L. в центральных и краевых популяциях Восточной Европы и Сибири // Генетика. – 1993. – Т.29. №12. – С.2019–2037.
6. Ильинов А.А., Раевский Б.В. Состояние генофонда сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. в Карелии // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 5. – С. 45–54
7. Камалова, И.И. Сравнительный анализ популяционной генетической структуры исходных и возобновившихся насаждений сосны обыкновенной среднетаежной зоны европейской части России на основе изоферментного анализа // Генетика и селекция - на службу лесу: Материалы Междун. н.-пр. конф. Воронеж (28-29 июня 1996). Воронеж. НИИЛГиС: 1997. – С.12–16.
8. Калько Г.В. Тестирование ядерных микросателлитных маркеров сосны обыкновенной // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2017. – № 1. – С.23-34.
9. Крутовский К.В. Перспективы использования геномных исследований в лесном хозяйстве // Сибирский лесной журнал. − 2014. − № 4. − С. 11-15.
10. Крутовский К.В., Политов Д.В., Алтухов Ю.П. и др. Генетическая изменчивость сибирской кедровой сосны *Pinus sibirica* DuTour. Сообщение IV. Генетическое разнообразие и степень генетической дифференциации между популяциями // Генетика. – 1989. – Т.25. №11. – С.2009–2032.
11. Камалова И.И., Ирошников А.И., Внукова Н.И Генетическая структура коренного и производных насаждений ели Кировской области // Генетико-селекционные основы улучшения лесов. Сб. науч. тр. Воронеж: НИИЛГиС. – 1999. – С.21–41.
12. Кравченко А.Н., Ларионова А.Я., Милютин Л.И. Генетический полиморфизм ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в Средней Сибири // Генетика. – 2008. – Т.44. №1. – С.33–45.
13. Милютин Л.И., Муратова Е. Н., Ларионова А. Я. Развитие лесной генетики в России // Сибирский лесной журнал. − 2018. − № 1. − С. 3-15.
14. Наквасина Е. Н., Юдина О.А, Прожерина Н.А и др. Географические культуры в ген-экологических исследованиях на Европейском Севере // Архангельск: Архангангельский. ГТУ. – 2008. – 308 с.
15. Падутов В.Е., Баранов О.Ю., Каган Д.И., Ивановская С.И. Оценка состояния генофонда лесных древесных видов Беларуси // Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири: Материалы 4-го международного совещания Барнаул (24-29 августа 2015). Барнаул, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН: 2015. – С.129–131.
16. Падутов В.Е. Генетические ресурсы сосны и ели в Беларуси. Гомель: ИЛ НАН Б. – 2001. – 144 с.
17. Падутов В.Е., Баранов О.Ю., Каган Д.И., Ивановская С.И. Оценка состояния генофонда лесных древесных видов Беларуси // Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири: Материалы 4-го международного совещания Барнаул (24-29 августа 2015). Барнаул, Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН: 2015. – С.129–131.
18. Политов Д.В. Генетика популяций и эволюционные взаимоотношения видов сосновых (сем. *Pinaceae*) северной Евразии // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. Москва. – 2007. – 47 с.
19. Nowakowska J.A. Microsatellite Markers in Analysis of Forest-Tree Populations / in book Microsatellite Markers, Ed. by I.Y. Abdurakhmonov. – 2019. – P.95–116.

20. Шейкина О.В., Гладков Ю.Ф., Унженина О.В. Изменчивость микросателлиных локусов в смежных болотных и суходольных популяциях сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Республике Марий Эл / «Сохранение лесных генетических ресурсов Сибири»: Материалы 3-го международного совещания. Красноярск (23-29 августа 2011). Красноярск. –С.189–190.
21. Шуваев Д.Н., Кальченко Л.И., Сулименко Т.И. Изменчивость сосны кедровой сибирской вгорномалтае по данным анализа ядерных микросателлитных локусов // «Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски»: Материалы Всероссийской конференции с международным участием / Красноярск (26–31 августа 2019 года). – ИЛ СО РАН. – 2019. – С.529–531.
22. Экарт А.К., Семериков В.Л., Ларионова А.Я. и др. Изменчивость митохондриального локуса mh 44 у *Picea obovata* LEDEB. //«Лесные экосистемы бореальной зоны: биоразнообразие, биоэкономика, экологические риски»: Материалы Всероссийской конференции с международным участием. Красноярск (26–31 августа 2019 года). Красноярск (26–31 августа 2019 года). ИЛ СО РАН. – 2019. – С.542.
23. Giannini R., MorganteM., Vendramin G.G. Allozyme variation in Italian populations of *Picea abies* L. // Silvae Genetica. – 1991. – Vol.40. – P.160–166.
24. Fluch S., Burg A., Kopecky D., et al. Characterization of variable EST SSR markers for Norway spruce (*Picea abies* L.) // BMC Res Notes. - 2011. - V.4. Article number 401.
25. Ledig F.T. Genetic structure and the conservation of California'a endemic and near-endemic conifers // Conservations and Management of rare and endangered Plants. California Native Plant Sociaety, Sacramento, California. – 1987. – P.587–594.

НОВЫЕ ГИБРИДНЫЕ ФОРМЫ ТРАВЯНИСТЫХ И ДРЕВОВИДНЫХ ПИОНОВ СЕЛЕКЦИИ ЮУБСИ УФИЦ РАН

Реут А.А.
Южно-Уральский ботанический сад-институт − обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа, Россия
cvetok.79@mail.ru

NEW HYBRID FORMS OF HERBAL AND TREE PAEONIA BREEDED BY SUBGI UFRS RAS

Reut A.A.
The South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia
cvetok.79@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты многолетней селекционной работы с представителями родового комплекса *Paeonia* L. в Южно-Уральском ботаническом саду-институте – обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук. Кратко представлена история селекции пионов в Уфе. Сформулирована основная задача исследований: изучение интродуцированных отечественных и зарубежных культиваров, отбор лучших из них для создания собственных сортов, с высокой зимостойкостью, не восприимчивых к болезням и вредителям, с различными сроками цветения, укладывающимися в вегетационный период Республики Башкортостан. Дана характеристика новых перспективных гибридных форм травянистых

и древовидных пионов. Описаны их декоративные и хозяйственно-биологические особенности. Для передачи на госсортоиспытание выделены гибриды, отличающиеся оригинальностью, крупными соцветиями с разнообразной формой и окраской.

Ключевые слова: пион, селекция, перспективные гибридные формы, Республика Башкортостан.

Abstract. The article presents the results of many years of breeding work with representatives of the genus *Paeonia* L. in the South-Ural Botanical Garden-Institute of Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences. The history of selection of *Paeonia* in Ufa is briefly presented. The main task of the research is formulated: the study of introduced domestic and foreign cultivars, the selection of the best of them to create their own varieties, with high winter hardiness, not susceptible to diseases and pests, with different flowering periods that fit into the growing season of the Republic of Bashkortostan. The characteristics of new promising hybrid forms of herbaceous and tree-like paeonies are given. Their decorative and economic-biological features are described. Hybrids distinguished by originality, large inflorescences with a variety of shapes and colors were selected for transfer to state variety testing.

Keywords: *Paeonia*, selection, promising hybrid forms, Republic of Bashkortostan.

Селекционные работы по созданию новых сортов травянистых декоративных растений были начаты в 50-х годах XX века на базе Уфимского ботанического сада. Первым селекционером была Ольга Антоновна Кравченко. Она собрала коллекцию представителей родового комплекса *Paeonia* L. и подробно их изучила. Целью ее селекционной работы являлось создание отечественных сортов, приспособленных к условиям Республики Башкортостан, с крупными махровыми цветками оригинальной формы и окраски (Реут, Миронова, 2012). С использованием методов свободного опыления и искусственной гибридизации (межвидовой и межсортовой) был создан большой гибридный фонд пиона (более 800 сеянцев), из которых в 1965 году республиканской экспертной комиссией было выделено 25 гибридов – кандидатов в новые сорта. В 1969 году было выделено еще 25 перспективных гибридных сеянцев. В 1970, 1971 и 1972 гг. часть гибридов передана на государственное сортоиспытание. О.А. Кравченко были изучены некоторые особенности наследования основных признаков видов и сортов. Выявлено, что наибольший интерес для дальнейшей селекционной работы представляет скрещивание лучших сортов пиона гибридного или их сеянцев первого поколения с дикорастущими видами (Миронова, Реут, 2015). В 1970 году, в связи с уходом О.А. Кравченко на пенсию, коллекция была передана Людмиле Семеновне Новиковой. Ею была продолжена работа по пополнению и изучению гибридного фонда пионов, а также по размножению и передаче на сортоиспытание гибридных сеянцев – кандидатов в сорта. В 1974 году одиннадцать гибридных сеянцев были представлены государственной экспертной комиссии ВДНХ СССР, из которых четыре получили высокую оценку и переданы на госсортоиспытание. Сеянцам «Аппассионата» и «Юбилей Революции» был присвоен статус сорта, и с 1986 года они районированы по РСФСР. В 1988 году еще пять гибридов пиона получили высокую первичную оценку на ВДНХ СССР, и в 1992 году переданы на государственное испытание. В 1998 году статус сорта был присвоен сеянцам «Южный Урал», «Утро Родины», «Надежда», «Ветеран» (Миронова, Реут, 2012). Все новые сорта пользовались широким спросом среди населения РБ и за ее пределами.

С целью выведения новых сортов декоративных травянистых растений продолжены работы по селекции травянистых и древовидных пионов.

Объектами исследования были изученные в течение длительного времени коллекции травянистых и древовидных пионов, насчитывающие более 500 видов и сортов

отечественной и зарубежной селекции, прошедших изучение в открытом грунте в Южно-Уральском ботаническом саду-институте - обособленном структурном подразделении Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии (далее ЮУБСИ УФИЦ РАН). Осуществлено изучение 200 селекционных сеянцев, полученных различными методами: индивидуального отбора сеянцев от свободного опыления внутри коллекции, гибридизации межвидовой и межсортовой (Растения…, 2019).

Оценку перспективных сеянцев осуществляли в соответствии с «Методикой проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность», утвержденной Государственной комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений (Методики…, 2022). Окраску цветков определяли по цветовой шкале Королевского общества садоводов (RHS Colour Chart, Великобритания) (RHS Color Chart, 2007). Статистическую обработку данных проводили с использованием компьютерного пакета стандартных программ «Анализ данных».

В 1997-2004 годах коллекцию пионов курировала кандидат биологических наук Ленвера Ахнафовна Тухватуллина. С 2003 года вместе с ней, а с августа 2004 года – самостоятельно работает куратором коллекции пионов кандидат биологических наук Антонина Анатольевна Реут. Она продолжила селекционную работу (Миронова, Реут, 2017).

С 2001 года гибридный фонд травянистого пиона, созданный Тухватуллиной Л.А. и Мироновой Л.Н., ежегодно проходит интродукционное изучение. Гибридные сеянцы выращены из семян, полученных от скрещивания 7 сортов травянистого пиона гибридного (‘Mary Woodbury Shaylor’, ‘Francis Ortega’, ‘Аппассионата’, ‘Amabilis Superbissima’, ‘Avalanche’, ‘Jeanne d’Arc’, ‘Victoire de la Marne’) и от свободного опыления трех сортов (‘Rosea Elegans’, ‘Mons. Jules Elie’, ‘Юбилей Революции’).

В таблице 1 представлены описания 14 сеянцев, наиболее интересных в декоративном отношении. Они характеризуются разнообразной формой и окраской цветка. Среди них имеются гибриды с махровой короновидной, махровой полушаровидной, полумахровой, анемоновидной и японской формами; белого, розового и малиновых тонов с крупными и средними по размерам соцветиями.

Кроме того, проведено изучение морфометрических показателей сеянцев древовидных пионов в течение вегетационных периодов 2019-2021 годов.

В таблице 2 приведены результаты изучения внутривидовой изменчивости сеянцев пиона древовидного по основным морфо-биологическим признакам. Высоким уровнем вариабельности (Юдин, 2000) отличается такой показатель, как длина цветоножки; повышенным – максимальная высота, число ветвей от основания. Эти признаки свидетельствуют о различном уровне развития растений.

Таким образом, проведена оценка фонда гибридных сеянцев пиона. Для передачи на госсортоиспытание выделено 14 травянистых и 8 древовидных перспективных форм, отличающихся оригинальностью, крупными соцветиями с разнообразной формой и окраской, а также не уступающих по комплексу признаков сортам зарубежной селекции, но превосходящих их по устойчивости к почвенно-климатическим условиям Республики Башкортостан. Готовятся документы для подачи заявок на госсортоиспытание.

Таблица 1. Характеристика декоративных качеств наиболее перспективных гибридных сеянцев травянистого пиона

Гибрид	Форма куста	Высота куста, см	Число цветков на цветоносе, шт.	Цветок					Цветонос		Состояние растения
				форма	окраска	высота, см	диаметр, см	аромат	длина, см	прочность	
22/2	К	60,0	1-3	МПШ	white gr. 155c	6,5	14,0	СЛ	70,0	П	хор. развит
22/17	К	65,0	1-3	МПШ	white gr. 155c	6,0	13,0	СР	85,0	П	хор. развит
22/15	ПР	65,0	1-5	НМ	white gr.155b	4,0	12,0	СП	80,0	СП	хор. развит
7/1	ПР	60,0	1-3	Я	red-purple gr. 61a	6,0	14,0	СР	90,0	СП	хор. развит
7/6	К	85,0	1-2	Я	red-purple gr. 61a	5,0	13,0	СР	110,0	П	хор. развит
6/15	ПР	75,0	1-4	А	white gr. 155a	5,5	14,0	СР	95,0	СП	хор. развит
12/10	К	75,0	1-2	ПМ	red-purple gr. 71b	7,0	15,0	СР	90,0	П	хор. развит
18/13	ПР	65,0	1	Я	red-purple gr. 73a	5,0	14,0	СР	80,0	СП	хор. развит
11/14	ПР	65,0	1	ПМ	red-purple gr. 64d	4,5	14,5	СР	85,0	СП	хор. развит
9/6	Р	65,0	1-4	МК	red-purple gr. 64c	8,0	14,0	СР	90,0	СП	хор. развит
9/13	ПР	65,0	1-3	Я	red-purple gr. 64b	4,5	13,0	СР	90,0	СП	хор. развит
8/7	К	60,0	1	А	white gr. 155c	5,5	14,0	СЛ	75,0	П	хор. развит
7/4	ПР	70,0	1-3	Я	red-purple gr. 67b	5,0	13,0	СР	100,0	П	хор. развит
6/12	Р	70,0	1-3	А	red-purple gr. 67c	6,0	15,0	СИЛ	90,0	СП	хор. развит

Примечание: форма куста: К - компактный, ПР - полураскидистый, Р - раскидистый; форма цветка: МПШ - махровая полушаровидная, МК - махровая короновидная, ПМ - полумахровая, А - анемоновидная, Я - японская, НМ - немахровая; аромат: СЛ - слабый,

СР - средний, СИЛ - сильный, СП - специфический; прочность цветоноса: П - прочный, СП - средней прочности.

Таблица 2. Внутривидовая изменчивость *P. suffruticosa*

№ п/п	Признаки	$X \pm S_x$	X_{min}	X_{max}	V, %
1	Максимальная высота растения, см	95,83±7,09	40	120	25,64
2	Длина отрастания побега у самой верхней части, см	39,08±1,59	33	50	14,12
3	Максимальная толщина побега у самой верхней части, см	0,92±0,02	0,8	1	9,11
4	Число ветвей от основания, шт.	10,00±0,62	5	12	21,74
5	Длина листа у первой пазушной почки, см	22,67±0,89	17	26	13,73
6	Максимальная ширина листа у первой пазушной почки, см	24,67±1,29	18	28	18,24
7	Ширина бокового сегмента листа, см	10,83±0,36	9	12	11,69
8	Длина цветоножки, см	6,21±0,70	2	9	39,22
9	Максимальная толщина цветоножки, см	0,66±0,02	0,5	0,8	13,67
10	Диаметр цветка, см	15,58±0,48	14	20	10,75
11	Длина самого длинного листочка околоцветника, см	7,29±0,18	6,5	8,5	8,99
12	Ширина самого длинного листочка околоцветника, см	7,21±0,18	6	8,5	9,09
13	Число плодолистиков, шт.	4,75±0,17	3	5	13,08

Примечание: X – среднее значение, S_x – ошибка среднего значения, X_{min} – минимальное значение, X_{max} – максимальное значение, V, % − коэффициент вариации.

Работа выполнена по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие природных систем и растительные ресурсы России: оценка состояния и мониторинг динамики, проблемы сохранения, воспроизводства, увеличения и рационального использования» и в рамках государственного задания ЮУБСИ УФИЦ РАН по теме № FMRS-2022-0072.

Список литературы

1. Методики испытаний на ООС. https://gossortrf.ru/metodiki-ispytaniy-na-oos/
2. Миронова Л.Н., Реут А.А. Пионы башкирской селекции // Цветоводство. 2012. № 3. С. 19–22.
3. Миронова Л.Н., Реут А.А. Пионы. Коллекции ботанического сада-института Уфимского научного центра РАН. Уфа, 2017.
4. Миронова Л.Н., Реут А.А. Родовой комплекс Paeonia в Уфимском ботаническом саду // Плодоводство и ягодоводство России. 2015. Т. 42. С. 334-337.
5. Растения Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН / Л.М. Абрамова, И.Е. Анищенко, Р.В. Вафин, Я.М. Голованов, О.Ю. Жигунов, А.А. Зарипова, Г.Г. Кашаева, М.В. Лебедева, Н.В. Полякова, А.А. Реут, З.Х. Шигапов. Отв. ред. Л.М. Абрамова. Уфа: Мир печати, 2019. 304 с.
6. Реут А.А., Миронова Л.Н. Новые сорта пиона гибридного для средней полосы России // Известия Уфимского научного центра РАН. 2012. № 3. С. 35-41.

7. Юдин С. И. Интродукция растений флоры Алтая в Национальном ботаническом саду им. Н. Н. Гришко НАН Украины // Інтродукція рослин. 2000. № 3-4. С. 86-90.
8. RHS Color Chart. Fifth Edition. Published by The Royal Horticultural Society. 80 Vincent Square, London SW 1P 2 PE. 2007.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЛИНИИ ТРИТИКАЛЕ

Романов Б.В.[1], Вошедский Н.Н.[1], Гуленок Р.А.[1], Калашник Т.Ю.[2]
[1]Федеральный Ростовский аграрный научный центр, п.Рассвет, Россия
triticumrbw@mail.ru
[2]Донской государственный аграрный университет

PROMISING TRITICALE LINES

Romanov B.V.[1], Voshedskyi N.N.[1], Gulenok R.A.[1], Kalaschnik T.Yu.[2]
[1]Federal Rostov Agrarian Scientific Center, Rassvet village, Russia triticumrbw@mail.ru
[2]Don State Agrarian University

Аннотация. Тритикале, как синтетическая культура, сочетает в себе экологическую пластичность и относительно высокую продуктивность. В мире её площади занимают 3,5 млн га, в том числе в России примерно 200- 300 тысяч. В РФ тритикале возделывают для изготовления хлеба, кондитерских изделий, бродильного, крахмального, комбикормового и других производств. Учитывая, что по качеству зерна тритикале приближается к традиционным исходным культурам: пшенице и ржи, то предпринимаются попытки использовать его в хлебопечении. Имеются сорта кормового и зернового направления. Первые используются на зеленый корм и для заготовки сена, сенажа. Имеются сорта двойного назначения. В настоящее время наибольшее распространение получили гексаплоидные тритикале, созданные при гибридизации ржи, в основном, с тетраплоидными твёрдыми пшеницами. Однако, в последнее время показано, что более высокими продукционными признаками выделяются гексаплоидные тритикале на базе тетраплоидных тургидных пшениц. Более того созданы высокопродуктивные перспективные генотипы «тургидных» тритикале. Из этих гексаплоидных «тургидных» тритикале в настоящее время выделены довольно урожайные линии, с которыми продолжаются работы. В частности, линии 74/19 и 78/19. Последняя отличается весьма плотным колосом и своей многозёрностью. Цель настоящей работы оценить продукционные и качественные показатели, выделенных линий в сравнении с райнированными сортами: кормового назначения Торнадо и зернового Зимогор. В результате установлено, что выделенные линии 74/19 и 78/19 значительно превышают эти районированные сорта по своим продукционным показателям, но качественные характеристики зерна у них на уровне сравниваемых сортов.

Ключевые слова: гексаплоидные тритикале, линии 74/19, 78/19, районированные сорта, Торнадо, Зимогор, морфоструктурные показатели, продукционные признаки.

Abstract. Triticale, as a synthetic crop, combines ecological plasticity and relatively high productivity. In the world, its area is 3.5 million hectares, including about 200- 300 thousand in Russia. In the Russian Federation, triticale is cultivated for the manufacture of bread, confectionery, fermentation, starch, feed and other industries. Considering that the quality of triticale grain is close to the traditional source crops: wheat and rye, attempts are being made to use it in baking. There are varieties of fodder and grain direction. The former are used for green fodder and for harvesting hay, haylage. There are dual-use varieties. Currently, hexaploid tritikals obtained by hybridization of rye, mainly with tetraploid durum wheat, have become the most

widespread. However, recently it has been shown that hexaploid triticales based on tetraploid turgid wheat are distinguished by higher production characteristics. Moreover, highly productive promising genotypes of "turgid" triticales have been created. From these hexaploid "turgid" triticales, quite productive lines have now been identified, with which work continues. In particular, lines 74/19 and 78/19. The latter is distinguished by a very dense ear and its multi-dimension. The purpose of this work is to evaluate the production and quality indicators of the selected lines in comparison with the regional varieties: feed Tornado and grain Wintergreen. As a result, it was found that the selected lines 74/19 and 78/19 significantly exceed these regional varieties in their production indicators, but their grain quality characteristics are at the level of the compared varieties.

Keywords: hexaploid triticale, lines 74/19, 78/19, zoned varieties, Tornado, Zymogor, morphostructural indicators, production signs.

Тритикале, как синтетическая культура, сочетает в себе экологическую пластичность и относительно высокую продуктивность. В мире её площади занимают 3,5 млн га, в том числе в России примерно 200- 300 тысяч (Грабовец, 2018). В РФ тритикале возделывают для изготовления хлеба, кондитерских изделий, бродильного, крахмального, комбикормового и других производств. Учитывая, что по качеству зерна тритикале приближается к традиционным исходным культурам: пшенице и ржи, то предпринимаются попытки использовать его в хлебопечении (Т.И.Дьячук и др., 2018). Имеются сорта кормового и зернового направления. Первые используются на зеленый корм и для заготовки сена, сенажа. Имеются сорта двойного назначения. По данным Государственного реестра на 2018 год в РФ зарегистрированы 81 сорт озимого и 17 ярового тритикале для различного использования (А.И.Грабовец, А.В.Крохмаль, 2019). В связи с глобальным потеплением и значительными изменениями климатических условий всё большее внимание уделяется пластичным сортам, и, главное, к их подбору для эффективного использования в производстве соответствующей продукции (О.В.Постовая, 2018). Учитывая интенсификацию темпов развития АПК и высокую конкуренцию на рынке сортов важное значение приобретает своевременная сортосмена и сортообновление (С.В.Гончаров, 2014). Вместе с тем никто не снимал с повестки дня создание новых более продуктивных с высоким качеством зерна сортов и селекционной работы по созданию исходного материала. Основополагающим при этом является получение гетерогенных гибридных популяций с продолжительной рекомбинацией, коадаптацией аллелей генов на фоне действия лимитирующего фактора и давления селекционного отбора, аддитивного взаимодействия генов, обуславливающих усиление выраженности признака (Грабовец, 2018). Повышать продуктивность нужно прежде всего за счёт увеличения крупности зерна и массы зерна с колоса, так как последний показатель проявляет высокую корреляционную зависимость с урожайностью (Емельянова А.А. и др., 2018). В настоящее время наибольшее распространение получили гексаплоидные тритикале, полученные при гибридизации ржи, в основном, с твёрдыми пшеницами. Однако, в последнее время показано, что более высокими продукционными признаками выделяются гексаплоидные тритикале на базе тургидных пшениц (Б.В.Романов, К.И.Пимонов, 2020). Более того созданы перспективные генотипы «тургидной» тритикале (Б.В.Романов и др., 2021). Цель настоящей работы оценить продукционные и качественные показатели, выделенных из этих «тургидных» тритикале линий.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований служили, две выделенные линии из, ранее отобранных «тургидных» генотипов тритикале: линия 74/19 и линия 78/19. Последняя отличалась плотным колосом и своей многозёрностью. Для сравнения применяли районированные сорта кормового назначения Торнадо и зернового

Зимогор. Растения выращивали в первый год в УНПК (учебный научно-производственный комплекс) ДонГАУ и на второй год на поле ФГБНУ ФРАНЦ (Федеральный Ростовский аграрный научный центр). При выращивании в ДонГАУ проводилось несколько поливов. В полную спелость отбирали по15-20 продуктивных побега и после досушки делали структурный анализ. Математическая обработка данных по Б.А.Доспехову (1985) согласно стандартных программ Microsoft excel.

Результаты и обсуждение. По морфоструктурным показателям выделенные линии имеют вполне средние показатели (табл.1). По высоте растений они занимают промежуточное место между кормовым сортом Торнадо и зерновым Зимогор. То же самое практически относится и к площади флагового листа. Наибольшими размерами флагового листа 35,5 см2 выделяется Торнадо, что в принципе понятно, поскольку он кормового назначения. Соответственно, такому сорту важна большая вегетативная масса. Наши же линии имеют флаговый лист размером 27,0 и 28,7 см2, что даёт им существенное превосходство над Зимогором (17,6 см2). Однако это меньше, чем у Торнадо. Хотя следует подчеркнуть, что разница по площади флага между линией 78/19 (28,7 см2) и Торнадо (35,5 см2) несущественна.

Таблица 1. Морфоструктурные показатели сортов тритикале и перспективных линий, 2020г

Генотип	Высота растений, см	Площадь флагового листа, см2
Торнадо	175,2	35,5
Зимогор	97,5	17,6
Линия 74/19	107,6	27,0
Линия 78/19	120,5	28,7
НСР05=	6,4	7,0

При сравнительном анализе продукционных признаков, сразу же бросается в глаза, количество зёрен у плотноколосой линии 78/19 158 шт. В этой связи хотелось бы отметить, что в самом многозёрном колосе насчитывалось 190 шт. Такое встречается довольно редко. Что касается длины колоса особых различий между районированными сортами и выделенными линиями не наблюдается. По числу колосков в колосе также явно выбивается плотноколосая линия 78/19, что и понятно. Она плотноколосая, т.е. имеет много колосков. Соответственно, это отразилось и на её многозёрности. Хотя надо иметь в виду, что не всегда плотный колос сопровождается многозёрностью, поскольку у некоторых таких форм просто многие колоски оказываются стерильными или полустерильными, то есть с небольшим количеством зерновок. Однако и линия 74/19 в данном сезоне имела в среднем 105,9 зерновок, что существенно больше, чем у сортов Зимогор 81,7 и Торнадо 70,0 шт. Нужно отметить, что у Торнадо, также более или менее плотный колос. Количество зерновок, четко сказалось и на массе зерна с колоса. Первенство здесь, благодаря большему количеству зерновок, естественно, за линией 78/19 - 6,63 г. На втором месте, также с большим отрывом от районированных сортов, линия 74/19, у которой масса зерна с колоса 5,83 г. Можно отметить, что у использованных в опыте сортов продуктивность практически одинаковая 3,56 и 3,53, соответственно, и они существенно проигрывают выделенным линиям.

Таблица 2. Структура продуктивности сортов тритикале и перспективных линий, 2020г

Генотип	Длина колоса, см	Количество, шт		Масса зёрен, г
		колосков	зёрен	
Торнадо	12,3	34,0	70,0	3,56
Зимогор	14,5	35,8	81,7	3,53
Линия 74/19	15,4	37,0	105,9	5,83
Линия 78/19	13,5	42,0	158,2	6,63
$НСР_{05}$=	1,4	5,2	28,1	0,94

В опыте, который был повторён в условиях ФГБНУ ФРАНЦ, продукционные показатели не такие впечатляющие, но тем не менее выявленные тенденции четко сохраняются (табл.3). Так же нет особых различий по длине колоса, за исключением линии 74/19. Однако в этот раз число колосков у плотноколосой линии 78/19 38,5 шт оказалось на уровне такового у сорта Торнадо 38,9 шт. Кроме того, количество зерновок у линии 74/19 72,4 шт, также сопоставимо с сортом Зимогор 73,7 шт. Тем не менее обе линии однозначно превосходят сорта по массе зерна с колоса и линия 78/19 имеет более 100 зерновок в колосе - 107,8 шт. Как следствие, последняя по массе зерна с колоса (4,35 г) значительно превосходит все тритикале задействованные в опыте, в том числе и линию 74/19 (3,74 г). Таким образом обе выделенные линии существенно превышают районированные сорта по массе зерна с колоса и являются весьма перспективным исходным селекционным материалом.

Таблица 3. Структура продуктивности сортов тритикале и перспективных линий, 2021г

Генотип	Длина колоса, см	Количество, шт		Масса зёрен, г
		колосков	зёрен	
Торнадо	10,3	38,9	60,3	2,98
Зимогор	10,3	26,9	73,7	2,96
Линия 74/19	13,8	32,1	72,4	3,74
Линия 78/19	10,3	38,5	107,8	4,35
$НСР_{05}$=	0,7	2,4	8,2	0,39

Что характерно, качественные показатели зерна изучаемых линий тритикале вполне на уровне имеющихся сортов (табл.4). По крайней мере, наивысшими показателями содержания белка выделяется линия 74/19 17,27%. У линии 78/19 концентрация белка 14,65%, что практически на уровне такового у Торнадо 14,82%. По содержанию клейковины первенство за сортом Зимогор 34,10%. Однако у линии 74/19 32,38%, что соответствует содержанию клейковины у первоклассной мягкой пшеницы. По ИДК различия между линиями и районированными сортами практически не отмечаются. Она у них примерно одинакова.

Выводы. Выделенные линии 74/19 и 78/19 значительно превышают районированные сорта Торнадо и Зимогор по своим продукционным показате-лям. В то же время, качественные характеристики зерна у них остаются на уровне имеющихся на производстве кормового сорта Торнадо и зернового Зимогор.

Таблица 4. Качественные показатели зерна кормового тритикале Торнадо, зернового Зимогор и перспективных линий

Генотип	Белок, % ГОСТ 10846-91	Клейковина, % ГОСТ Р 54478-2011	ИДК, ед ГОСТ Р 54478-2011
Торнадо	14,82	25,07	99
Зимогор	16,25	34,10	100
Линия 74/19	17,27	32,38	98
Линия 78/19	14,65	25,66	96
$НСР_{05}$	0,15	0,45	1,3

Список литературы

1. Гончаров С.В. Сроки сортосмены тритикале. Тритикале. Материалы международной научно-практической конференции «Роль тритикале в стабилизации производства зерна, кормов и технологии использования». Ростов-на-Дону, 2014. С.16- 20.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351с.
3. Грабовец А.И. Селекция тритикале на Дону. Материалы 8-й международной научно-практической конференции «Тритикале. Стабилизация производства зерна, кормов и продуктов переработки». Ростов-на-Дону, 2018. С.7-22.
4. Грабовец А.И., Крохмаль А.В. ТРИТИКАЛЕ. Ростов-на-Дону: ООО «Издательство «ЮГ», 2019. 440с
5. Дьячук Т.И., Кибкало И.А., Поминов А.В. и др. Перспективные линии в селекции тритикале для условий Поволжья // Зерновое хозяйство России. 2018. №5(59). С.39-43 DOI 10/31367/2079-8725-2018-59-5-39-43
6. Емельянова А.А., Логвинова Е.В., Новикова В.Т. Результаты экологического испытания сортообразцов, номеров озимого тритикале. Материалы 8-й международной научно-практической конференции «Тритикале. Стабилизация производства зерна, кормов и продуктов переработки» Ростов-на-Дону. 2018. С.56-59.
7. Постовая О.В. Урожайность и параметры адаптивности сортов озимого тритикале Донской селекции в условиях Тамбовской области. Материалы 8-й международной научно-практической конференции «Тритикале. Стабилизация производства зерна, кормов и продуктов переработки» Ростов-на-Дону. 2018. С.125- 129.
8. Романов Б.В., Пимонов К.И. Гексаплоидное тритикале, созданное на базе тургидной и твёрдой пшеницы // Известия Нижневолжского Аграрного университетского комплекса: науки и высшего профессионального образования. 2020. №1(57). с.126-134 DOI: 10.32786/2071-9485-2020-01-13.
9. Романов Б.В., Пимонов К.И., Калашник Т.Ю. Перспективные генотипы тритикале на базе тургидной пшеницы. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 110-летию основания Ульяновского НИИСХ и присвоения институту имени академика Н.С.Немцева. Ульяновск: УлГТУ, 2021. С.185-189.

МНОГОЛЕТНИЕ ВИДЫ КАТРАНА – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КУЛЬТУРЫ ДЛЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА

Семенова Е.Ф.[1], Гончаров Д.А.[1], Шмараева А.Н.[2], Цокало И.Е.[1]
[1] Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского,
г. Симферополь, Россия
[2] Ботанический сад Южного федерального университета,
г. Ростов-на-Дону, Россия
sef1957@mail.ru

PERENNIAL CRAMBE SPECIES - PROSPECTIVE CROPS FOR MEDICINAL PRODUCTION

Semenova E.F.[1], Goncharov D.A.[1], Shmaraeva A.N.[2], Tsokalo I.E.[1]
[1] Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
[2] Botanical Garden of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
sef1957@mail.ru

Аннотация. В настоящее время промышленное использование новых хозяйственно-полезных, дикорастущих растений невозможно без введения их в культуру. Особый интерес при интродукции в Крыму представляют многолетние виды катрана: приморский *Crambe maritima* L., татарский *C. tatarica* Sebeok., Стевена или крымский хрен *C. steveniana* Rupr., сердцелистный *C. cordifolia* Steven., перистый *C. pinnatifida* R. Br. Некоторые из них - катран татарский, катран приморский - введены в культуру в других регионах и используются как кормовые, овощные, масличные, крахмалистые и медоносные растения, обладающие фитонцидными свойствами. Их биологическая ценность определяется содержанием в семенах и плодах полиненасыщенных кислот, фитостеринов, каротинов и ксантофиллов, токоферолов, что обусловливает их радиопротекторное, иммуномодулирующее, антиинфекционное, антиканцерогенное, антиатеросклеротическое действие.

Ключевые слова: масличные растения, интродукция, многолетние виды, биологически активные вещества, фармакологическое действие, катран.

Abstract. At present, the industrial use of new, economically useful, wild-growing plants is impossible without their introduction into culture. Perennial species of Crambe are of particular interest when introduced to Crimea: seaside *Crambe maritima* L., tatar *C. tatarica* Sebeok., Stevena or Crimean horseradish *C. steveniana* Rupr., cordifolia *C. cordifolia* Steven., feathery *C. pinnatifida* R. Br. Some of them - Tatar Crambe, Seaside Crambe - are introduced into the culture in other regions and are used as fodder, vegetable, oilseed, starchy and honey plants with phytoncidal properties.Their biological value is determined by the content of polyunsaturated acids, phytosterols, carotenes and xanthophylls, tocopherols in seeds and fruits, which determines their radioprotective, immunomodulatory, anti-infectious, anticarcinogenic, anti-atherosclerotic effect

Keywords: oil plants, introduction, perennial species, biologically active substances, pharmacological action, crambe.

Currently, out of 100 thousand medicines produced in the world, preparations of plant origin account for more than 30%. In our country the share of herbal remedies used for prevention and treatment of various nosologies is about 40%. According to statistics, in 20-60% of medical prescriptions in different countries drugs based on medicinal herbal raw materials are used (Ivanova, 2010). At the same time, medicinal plants are of great importance and they cannot be

completely replaced by synthetic medicines. At the beginning of 2021 according to the International Union for Conservation of Nature (*IUCN*) about 320 thousand plant species have been described and only a small part of them (21 thousand species) is actively used in medicine. It is known that almost 20 thousand species of higher plants grow on the territory of the former USSR, of which about 2 thousand are used in traditional medicine. At the same time, the State Register of Medicines of the Russian Federation (RLS, 2022) contains no more than 300 species and about 700 pharmaceutical preparations of plant raw materials.

One of the most important problems facing mankind today is to ensure the rational use and protection of plant resources. The increasing need of various industries (food, pharmaceutical, chemical, medical) in high-quality vegetable oil requires solving the most important national economic problem - increasing the production of oil-bearing raw materials (Lukomets, 2015). One way to solve this problem in the conditions of the Crimean peninsula can be the use and selective improvement of oil-bearing plants of the cabbage (Cruciferous) family. At present, the industrial use of new oil-bearing and wild plants is impossible without introducing them into cultivation. The main place among oil-bearing plants is occupied by cultivated plants that are superior in properties to the original wild-growing ones. At present, the most widespread among the introducers are black mustard *Brassica nigra* (L.) Koch., camelina *Camelina sativa* Cr., abyssinian crambe *Crambe abyssinica* Hochst. ex R. E. Fr. , eruca *Eruca sativa* Lam., rapeseed *Brassica napus oleifera* D.C. (Semenova et al., 2007).

Their advantages include high potential productivity, early maturity, cold-resistance, ability to tolerate soil and air drought, low demand for soil fertility, the special fatty acid composition of oil, which allows its use for food, medical and technical purposes. Oil-bearing cabbage plants are of great interest as versatile crops: their cultivation is relevant not only for oilseeds, but also for high-protein green fodder, as siderates and renewable sources of cellulose and energy (Prakhova, 2017).

Winter forms of oil-bearing crops are practically not grown in the region (the exception is the winter camelina Penzyak), although they are known to be more productive and oil-bearing. Therefore, the study and identification of the most locally adapted winter cabbage crops is relevant. In addition, comparative morphological and biochemical studies of the respective species and forms are necessary in the process of introduction and breeding work (Semenova et al., 2011). Of particular interest are perennial species of Crambe (*Crambe* L.), a plant genus of the cabbage family (*Brassicaceae*). Crambe is widespread in Great Britain, Western Europe, Southwest Asia and East Africa. It is cultivated in Ukraine and in the republics of Transcaucasia. In Russia, crambe is little known; it is practically absent on the seed market. From 33 species of crambe there are 20 in CIS. Some of them, e.g. Tatar crambe, Seaside crambe, Eastern crambe, and rod-shaped crambe, are introduced into culture and used as forage, vegetable, oil-bearing, starchy and honey bearing plants having phytoncidal properties (Alkevich, 2009). Therefore, the industrial use of new, economically useful, wild plants is impossible without their introduction into culture, especially it is relevant to new promising types of medicinal plant raw materials, in particular oil-bearing ones.

Seaside crambe (*Crambe maritima* L.) is a perennial plant, a halophyte. It grows wild in Europe along the coasts of the Atlantic Ocean, the Baltic and Black Seas, and in the Caucasus (Shmaraeva et al., 2017). Seaside crambe is sometimes called "seaweed." All parts of the plant have a pungent taste and specific smell, which mustard essential oil gives them. Seaside crambe is sometimes grown as an ornamental plant, but its main use is as a vegetable. The young leaves, which taste like cabbage leaves, are used in salads, but the young bleached shoots are especially prized and cooked like asparagus: they are boiled and served with béchamel sauce or butter, salt and pepper. Crambe sprouts are easily damaged during transportation, so it is advisable to cook

them as soon as they are cut. The root of the crambe tastes very much like horseradish root and is used as a spice in the same way as horseradish.

Tatar crambe (*Crambe tatarica* Sebeok.) is a rare Southern European-Mediterranean species that grows in Austria, Czech Republic, Slovakia, Romania, Bulgaria and Turkey. On the territory of Russia it occurs in the southern forest-steppe and steppe areas and in the north meadow steppes of the European part; in Western Siberia, foothills of the Caucasus, Dagestan. It grows in the steppe plots, on slopes, where it is confined to chalky and stony-limestone outcrops, rarely in forest-steppe areas. Tatar crambe is included in the Red Book of Moldova (Shmaraeva et al., 2017). The seeds contain fatty oil (up to 14%), the roots contain a lot of starch, sugars, a rich set of vitamins - ascorbic acid, thiamin, riboflavin, nicotinic acid, rutin, as well as mineral salts. The entire plant is edible. Roots are widely used in cooking in raw and canned form in various sauces, salads and when pickling cucumbers; they are also used to make table horseradish. The young stalks of crambe in the Stone Steppe and Voronezh region were harvested by the population in sacks as a vegetable, which was eaten raw and boiled as cabbage. The decoction of the roots was considered strengthening for children. The fatty oil from the seeds is suitable for soap making. It is also used in food, despite its bitter taste, reminiscent of the taste of camelina oil. The plant has phytoncidal properties.

Crambe Steven, or Crimean horseradish (*Crambe steveniana* Rupr.) was named after the Russian botanist Khristian Khristianovich Steven. It inhabits Eastern Europe. In Russia, it is found in the North Caucasus, Krasnodar Krai, and the Republic of Crimea (Shmaraeva et al., 2017). It inhabits plains, slopes, carbonate rocks, chernozemic soils, and is found in steppe communities. It is a rare species listed in the Red Book of Russia, the Red Books of the Krasnodar Krai and the Stavropol Krai, and the Red Book of Ukraine. It is extinct due to cattle grazing in its habitat and harvesting for food purposes.

Crambe cordifolia Steven - perennial plant 1-1.5 (1.8) m in height. Cultivated since 1822 in the Caucasus. Used as a fodder, vegetable, technical plant, used for ornamental purposes (Shmarayeva et al., 2017). The young leaves of the heartleaf cathranium are edible, as well as the roots (they taste like horseradish). By its fodder value, the green mass of crambe is the closest to that of fodder cabbage. The dry mass contains a lot of sugar. In terms of nutrient content, crambe is not inferior to corn, alfalfa and other known fodder crops. It is especially rich in protein. In the early phases of plant development it reaches 33 ─ 36% (by weight of dry matter). As plants grow, there is less protein, but the protein content is still high. No other crop currently being cultivated, including alfalfa, produces this much protein under comparable conditions.

Pinnatifid Crambe (*Crambe pinnatifida* R. Br.) was first described by the British botanist Robert Brown in 1812. It is found in the Caspian region and the Caucasus (Shmaraeva et al., 2017). It is included in the Red Books of Crimea, Stavropol Krai, and Ukraine. In the wild, crambe was widespread in Crimea, but due to barbaric harvesting by the population, it has almost disappeared from the local flora (Turina et al., 2019). The roots contain 7.3-8.9% sugars, 33-34% dry matter, 49-88 mg % ascorbic acid. It resembles horseradish in taste and effect on the body. Roots are used in boiled and baked form, they can be used to make salads and sauces, used for pickling tomatoes and cucumbers. Young bleached leaves and stems are boiled in salted water, dressed with oil and rolled in breadcrumbs - a very nutritious dish.

Abyssinian crambe oil is obtained with a yield of 35-60% (usually 35%) with a very high content (50% of total fatty acids) of monounsaturated fatty acid - cis-13-docosanic acid. The oil is similar in composition to rapeseed and shark oil, but unlike rapeseed oil it contains more erucic acid (Cornelio primieri ..., 2012). Currently, crambe oil is used as a food oil and is comparable to white mustard oil in its nutritional qualities. It is easily refined, has a low iodine number (86-97) and exceptional resistance to heat and oxidation (Presnyakova et al., 2018). The total content of polyunsaturated linoleic, linolenic, and arachidonic fatty acids, conventionally grouped under the

name "vitamin F," is very high in the oil of Abyssinian crambe seeds and averages 30.52 %. In the oil of fruits there is also a high content of oleic acid 27.04 % (Costa, Martins, 2010).

By content-analysis of scientific literature in plant raw materials (seeds and fruits) of crambe are revealed groups of pharmacologically active lipophilic compounds: polyunsaturated fatty acids, phytosterols, carotenes and xanthophylls, tocopherols (Durrett et al., 2008; Freire de Oliveira, Silva, 2009; Costa, Martins, 2010; De Marins et al., 2012). The therapeutic use of ω-3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) is partly related to the effects of eicosanoids on the nervous and endocrine system. They are competitive antagonists of arachidonic acid, the main substrate for the synthesis of prostaglandins, thromboxanes and leukotrienes in the body in the phospholipids of cell membranes. The pharmacological effects of ω-6 PUFAs are very diverse and are related to their conversion to n-6 eicosanoids, which can bind to various receptors found in many tissues of the body. ω-6 PUFAs interact competitively with ω-3 PUFAs, affecting their deposition, mobilization and conversion as well as the action of n-3 and n-6 eicosanoids precursors (Table 1). Fats containing ω-9 PUFAs are characterized by high chemical stability, prevent the formation of cholesterol plaques on vascular walls, resist insulin resistance (decreased glucose tolerance, which increases the risk of diabetes), and stimulate immunity (Guseva, 2010 a,b).

The antioxidant properties of many carotenoids, especially β-carotene, determine their radioprotective, antimutagenic, immunomodulatory, anti-infective, anticarcinogenic effects. Prophylactic and protective actions of β-carotene against diseases accompanied by oxidative stress (cataract, chronic infections, inflammations, cancer, cardiovascular pathology) are currently established. Tocopherols play an indispensable role in all reproductive processes: fertilization, fetal development, body growth, development and functioning of the sexual system. Vitamin E improves oxygen uptake by tissues, regulates blood coagulation properties, creates a monomolecular film on the inner membrane of arteries, stimulates the growth of new capillaries, thereby loosening scar tissue. It has a marked protective effect in vascular atherosclerosis (Ivanova 2008; Alkevich, 2009).

Thus, the industrial use of new, economically useful, wild plants is impossible without introducing them into cultivation. One way to solve this problem in the conditions of the Crimean peninsula can be the use and selective improvement of oil-bearing plants of the Cabbage or Cruciferous family. Of particular interest for the introduction in the Crimea are perennial species of crambe: *Crambe maritima* L., *C. tatarica* Sebeok., Steven or Crimean horseradish *C. steveniana* Rupr., *C. cordifolia* Steven., *C. pinnatifida* R.Br. Their biological value is determined by the content in their seeds and fruits of polyunsaturated acids, phytosterols, carotenes and xanthophylls, tocopherols, which determines their radioprotective, immunomodulatory, anti-infective, anticarcinogenic, anti-atherosclerotic action. Crambe oil is of great value for preventive and possibly therapeutic purposes.

References

1. Alkevich E.L. Determination of the biological value of vegetable oils. Medical Journal. 2009. №2. P. 23-25.
2. Guseva D.A. Antioxidant activity of vegetable oils with different ratios of omega-6/omega-3 fatty acids. Biomedical Chemistry. 2010a. Vol. 56 (3). P. 342-350.
3. Guseva D.A. Natural source of omega 3acids - linseed oil: its characteristics and the nature of metabolic transformations in the body. Nutrition issues. 2010b. №1. P.13-22.
4. Ivanova S.P. Plant oils as promising objects for the development of antitoxic drugs. Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. 2008. №3. P.10-14.

5. Lukomets V.M. Prospects and reserves of expansion of oilseeds production in the Russian Federation. Oilseeds. 2015. Vol. 4 (164). P. 81-102.
6. Prakhova T.Y. *Crambe abyssinica* Hochst. Penza: RIO PGSKHA, 2017. 132 p.
7. Presnyakova E.V., Al-Rabadi E.E., Semenova E.F., Shmaraeva A.P. The fatty acid composition of seeds of crambe species. Izvestiya vuzov. Volga region. Series "Natural sciences". 2018. № 2 (22). P. 3-14.
8. Semenova E.F., Buyankin V.I., Tarasov A.S. Oil rye: biology, technology, efficiency (Monograph). Volgograd: Volgograd State University Press, 2007. 82 p.
9. Semenova E.F., Zhukova N.N., Prakhova T.Y. On the relationship of growth and oil accumulation in camelina varieties in the Middle Volga region. Oilseeds, 2011. Vol. 1 (148-149). P. 100-105.
10. Turina E.L., Prakhova T.Y., Efimenko S.G. Cultivation *Crambe abyssinica* Hochst. in the steppe Crimea. Tavrichesky vestnik of agrarian science. 2019. № 2(18). P. 102-109. DOI 10.33952/2542-0720-2019-2-18-102-109.
11. Shmaraeva A.N., Shishlova Z.N., Kuzmenko I.P. The spectrum of wild flora of the Botanical Garden of Southern Federal University. Proceedings of the Botanical Garden of Southern Federal University. Issue 2. Rostov-on-Don; Taganrog: Publishing house of Southern Federal University, 2017. P. 40-120.
12. Cornelio primieri avaliacao da est abilidade a oxidacao de oleo vegetal de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) como fluido isolante. Cascavel Parana, 2012. 55 p.
13. Costa F.P., Martins L.D. Qualidade fisica e fisiologica de sementes de crambe (*Crambe abyssinica*). Enciclopedia biosfera, Centro Cientifico Conhecer – Goiania. 2010. Vol.6. No.10. P.1-8.
14. De Marins A.C., Nava D.T., Secco D., Rosa H.A., Veloso G., Reichert J.M. Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) yield as affected by soil physical properties: Linear and spatial correlations. African Journal of Agricultural Research. 2012. Vol. 7 (44). P. 5949-5954.
15. Durrett T.P., Benning C., Ohlrogge J. Plant triacylglycerols as feedstocks for the production of biofuels. The Plant Journal. 2008. No. 54. P. 593–607.
16. Freire de Oliveira V., Silva A. Estudo da cinetica e da termodinamica de adsorcao da torta prensada de crambe (*Crambe abyssinica*) em sua aplicacao como biosorvente em solucoes aquosas de corante. Franca VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Quimica em Iniciacao Cientifica, 2009. P. 1-6.

РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛОВ ПОЛУЧЕНИЯ БИОМАССЫ РАСТЕНИЙ *GLYCINE MAX* L. МЕТОДАМИ КЛЕТОЧНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

Степаненко В.В., Чохели В.А., Вардуни Т.В., Дмитриев П.А.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на Дону, Россия
vstepanenko@sfedu.ru

DEVELOPMENT OF PROTOCOLS FOR OBTAINING PLANT BIOMASS OF *GLYCINE MAX* L. WITH USING METHODS OF CELLULAR BIOTECHNOLOGY

Stepanenko V.V., Chokheli V.A., Varduni T.V., Dmitriev P.A.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
vstepanenko@sfedu.ru

Аннотация. В данной работе представлены протоколы для получения суспензионной культуры сои (*Glycine max*). Из четырёх различных методик стерилизации использование в качестве стерилизующего агента смесь этанола и перекиси позволяет получить 100% стерильных семян. Для индуцирования каллусогенеза использовали твёрдую питательную

среду MS с добавлением в качестве регулятора роста 2,4-Д в концентрации 1 мг/л. Такую же питательную среду, но без добавления агара использовали для культивирования клеточной суспензии.
Ключевые слова: 2,4-D, каллус, соя, клеточная культура.

Abstract. This paper presents protocols for obtaining suspension culture of soy (*Glycine max*). Of the four different sterilization methods, using a mixture of ethanol and peroxide as a sterilizing agent makes it possible to obtain 100% sterile seeds. To induce callus formation, a solid MS nutrient medium was used with the addition of 2,4-D as a growth regulator at a concentration of 1 mg/l. The same nutrient medium, but without the addition of agar, was used for the cultivation of a cell suspension.
Keywords: 2,4-D, callus, soy, cell culture.

Соя относится к семейству бобовых - *Fabaceae*. Соя (*Glycine max (L.) Merr*.) – уникальная сельскохозяйственная культура, ценный источник растительного белка и масла. (Сеферова, Новикова, 2015) Распространение производства сои в России и мире стремительно растет; за последние десятилетия она заняла четвертое место среди культур-лидеров (Лысенко, 2020). Однако широтный ареал ее адаптивности ограничен в связи с тем, что соя – растение короткого дня с чувствительной системой восприятия продолжительности фотопериода.

Соя хорошо изучена с точки зрения генетики. Так, геном сои расшифрован в 2009 г., статья об этом вышла в журнале Nature в 2010 г. (Schmutz et al., 2010). К настоящему времени для сои, как и для многих сельскохозяйственных культур, разработаны различные маркеры к генам (Vinichenko et al.,2020), ответственным за сроки вегетации, высоту растений, устойчивость к климатическим факторам, фотопериодическую чувствительность (ФПЧ): RAPD (Xu et al., 2002; Xu, Gai, 2003), ISSR (Глазко, 1999).

По анализу литературных данных, для инициации развития эксплантов сои в культуре *in vitro* все авторы использовали семена, которые подвергали тщательной поверхностной стерилизации для освобождения семян от патогенных микроорганизмов. Существенным фактором, оказывающим влияние на эффективность введения в условия *in vitro*, а также на дальнейшую регенерацию, является качество исходных семян, используемых в экспериментах: семена с высокими показателями всхожести, без признаков поражения болезнями и вредителями ожидаемо имеют высокую эффективность введения в культуру *in vitro*.

В связи с этим, целью работы была разработка протоколов культивирования суспензионных культур.

Растения сои были любезно предоставлены коллегами из Чеченского государственного университета имени А. А. Кадырована основе селекционного материала.

Семена сои предварительно были обработаны детергентом TWEEN-20 и промыты в проточной водопроводной воде. Из стерилизующих агентов для сои были выбраны:

Смесь этанола 70% и перекиси водорода 3% в соотношении 1:1 5 мин.

0,1 % раствор нитрата ртути $Hg(NO_3)_2$ 5 мин.

0,2 % раствор нитрата серебра $AgNO_3$ 5 мин.

20 % раствор гипохлорита натрия «Белизна» 10 мин.

После промывания семян в стерилизующих растворах производилась их тщательная промывка в дистиллированной воде четырехкратно в течение 5 минут.

Для введения в культуру *in vitro* сои была выбрана безгормональная среда MS (Murashige, Skoog, 1962). Для получения каллусной культуры сои использовали среду MS с добавлением 2,4-Д в концентрации 1 мг/л.

Пассажи растений, а в последствии каллусов производились в ламинар-боксе с использованием стерилизованных инструментов (ножницы, пинцеты, препаровальные иглы). pH питательных сред доводился до значения 6,0 с помощью 1 М раствора КОН. Питательные среды стерилизовали в автоклаве MLS-3751L (Sanyo) при температуре 121°C и давлении 1,5 атмосферы в течение 30 минут. Растения культивировались при постоянной температуре 25°C и 16-часовом фотопериоде.

Оценить качество питательной среды можно по кривым клеточного роста и количеству клеток в объёме жидкости. Измерения производили в течение 14 дней. Каждый день проводили оценку количества клеток на объём жидкости в камере Горяева в соответствии с методикой Песковой с соавторами (2020). Количество клеток в 1 мл исследуемой суспензии вычисляется по формуле:

$$N = \frac{a \times 10^3}{h \times S}$$

где N – количество клеток в 1 мл суспензии; a – среднее количество клеток в квадрате сетки; 10^3 – коэффициент перевода [см^3] в [мм^3]; h – глубина камеры, мм; S – площадь квадрата сетки, мм^2.

Наиболее успешным протоколом стерилизации оказалась обработка семян смесью перекиси водорода и этанола. 100% семян оказались стерильны и успешно проросли.

После трёх недель культивирования на твёрдой питательной среде, каллусы сои помещали на жидкую питательную среду.

Клеточные культуры, в стерильных условиях ламинарного шкафа помещали в специальные стерильные баночки с питательной средой, в объёме 20 мл. Затем их плотно закрывали стрейч-плёнкой и помещали в орбитальный шейкер на постоянное вращение (85 оборотов в минуту) (рисунок 1).

Рисунок 1. Инкубация суспензионной культуры

Оценка роста суспензионных культур проходила на 2, 3, 6, 9 и 12е сутки (таблица 1, рисунок 2).

Таблица 1. Количество клеток в суспензионной культуре на 2, 3, 6, 9 и 12е сутки депонирования

Питательные среды	**2**	**3**	**6**	**9**	**12**
Соя	5,67±1,7	8,33±2,05	15,33±1,89	58,00±6,16	76,67±1,25

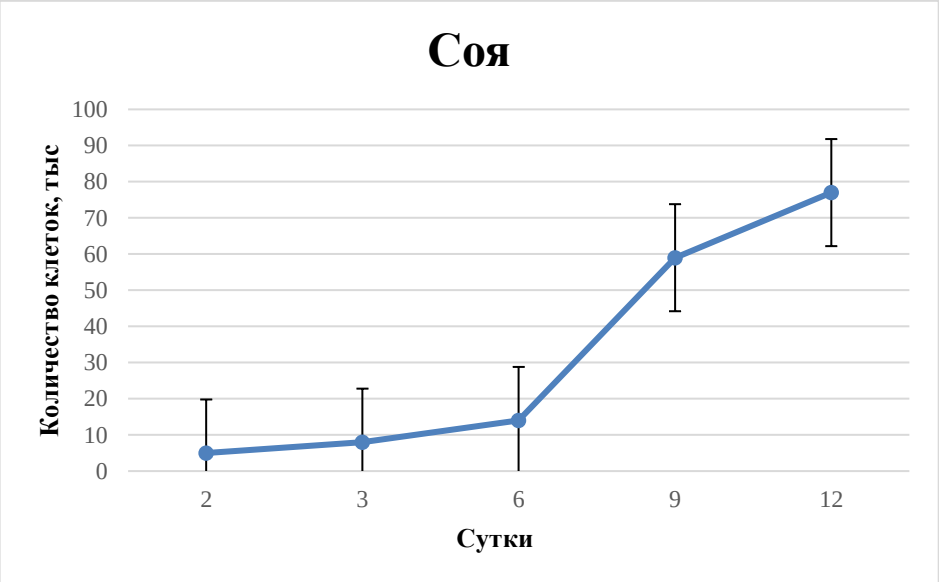


Рисунок 2. Прирост суспензионной культуры сои на 2, 3,6, 9 и 12-е сутки.

Использование в качестве стерилизующего агента смесь этанола и перекиси, позволяет получить сопоставимые результаты, с работами, где в качестве стерилизующего агента был использован коммерческий отбеливатель с гипохлоритом натрия (типа «ACE», «Белизна») (Soto et al., 2013; Raza et al., 2017).

Практически во всех работах по изучению регенерационной способности сои (Raza et al., 2017; Aslam et al., 2020) авторы использовали питательную среду на основе среды Мурасиге–Скуга (MS) (Murashige, Skoog, 1962). Результаты проанализированных работ показали, что состав питательной среды, в частности степень разведения базовой среды (в 2, 3 и 4 раза), влиял на уровень регенерации всех образцов зернобобовых культур вне зависимости от типа экспланта и генотипа (Aslam et al., 2020). В качестве регуляторов роста использовали различные концентрации цитокининов: БАП (1, 2, 4 мг/л) и кинетина (1, 2 мг/л) (Kantayos, Bae, 2019), или ауксина ИУК (0,1 мг/л) (Варламова, 2018), что в разных случаях позволяло добиться до 96,7% уровня регенерации побегов сои.

Таким образом можно отметить, что оптимальной питательной средой как для каллусогенеза, так и для регенерации служит питательная среда MS. Среди стимуляторов роста хорошо зарекомендовали себя цитокинины в невысоких концентрациях (до 1 мг/л).

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности № 0852-2020-0029.

Список литературы

1. Aslam M. M. et al. *In vitro* regeneration potential of White Lupin (Lupinus albus) from Cotyledonary nodes // Plants. 2020. Т. 9. №. 3. С. 318.

2. Kantayos V., Bae C. H. Optimization of shoot induction, histological study and genetic stability of in vitro cultured Pisum sativum cv.'Sparkle' // Korean Journal of Plant Resources. 2019. Т. 32. №. 1. С. 19–28.
3. Murashige T, Skoog F A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue cultures // Plant Physiology. 1962. Vol. 15. P. 437–497.
4. Schmutz J. et al. Genome sequence of the palaeopolyploid soybean // Nature. 2010. Т. 463. №. 7278. С. 178–183.
5. Soto N. et al. *In vitro* regeneration of soybean plants of the Cuban Incasoy-36 variety // Biotecnología Aplicada. 2013. Т. 30. №. 1. С. 29–33.
6. Vinichenko N. A., Salina E. A., Kochetov A. V. The scope of use of molecular markers in soybean breeding // Letters to Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2020. Т. 6. №. 3. С. 107–125.
7. Xu D. et al. Diversity of chloroplast DNA SSRs in wild and cultivated soybeans: evidence for multiple origins of cultivated soybean // Theoretical and Applied Genetics. 2002. Т. 105. №. 5. С. 645–653.
8. Xu D. H., Gai J. Y. Genetic diversity of wild and cultivated soybeans growing in China revealed by RAPD analysis // Plant Breeding. 2003. Т. 122. №. 6. С. 503–506.
9. Варламова Н. В. и др. Индукция непрямого органогенеза побегов сои *Glycine max* (L.) Merr. из сегментов стебля для применения в качестве эксплантов при агробактериальной трансформации // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. №. 3.
10. Глазко В. И. и др. Генетические взаимоотношения между сортами сои, оцененные с использованием ISSR маркеров // Цитология и генетика. 1999. Т. 33. №. 5. С. 47.
11. Лысенко Ю. ТОП-10 производителей сои в мире в 2019 году // Latifundist.com. 2020.
12. Пескова Н. Н., Балалаева И. В., Брилкина А. А., Шилягина Н. Ю., Масленникова А. В., Мысягин С. А. Оценка жизнеспособности клеток *in vitro*. Учебно-методическое пособие: Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2020. 25 с.
13. Сеферова И. В., Новикова Л. Ю. Климатические факторы, влияющие на развитие скороспелых образцов сои в условиях Северо-Запада РФ //Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2015. Т. 176. №. 1. С. 88–97.

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ВНЕЯДЕРНЫХ ХЛОРОФИЛЬНЫХ МУТАНТОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА: ОТ ФЕНОТИПА К ГЕНОТИПУ

Усатов А.В., Азарин К.В., Колоколова Н.С.
Академия биологии и биотехнологии Южного федерального университета, 344090, Россия, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1
E-mail: usatova@mail.ru

GENETIC COLLECTION OF EXTRANUCLEAR CHLOROPHYLL-DEFICIENT MUTANTS IN SUNFLOWER: FROM PHENOTYPE TO GENOTYPE

Usatov A.V., Azarin K.V., Kolokolova N.S.
Ivanovsky Academy of Biology and Biotechnology, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: usatova@mail.ru

Аннотация. В работе суммированы результаты гибридологических, молекулярно-генетических и ультраструктурных исследований уникальной коллекции внеядерных хлорофильных мутантов подсолнечника, полученных на единой генетической основе

исходной линии 3629 в лаборатории Молекулярной генетики Южного федерального университета.

Ключевые слова: *Helianthus annuus*, пестролистность, пластомные мутации, пластидно-ядерные взаимодействия.

Abstract. The paper summarizes the results of hybridological, molecular genetic and ultrastructural studies of a unique collection of sunflower extranuclear chlorophyll-deficient mutants obtained on a single genetic basis of the original line 3629 in the Laboratory of Molecular Genetics of the Southern Federal University.

Keywords: *Helianthus annuus*, variegation, plastom mutations, plastid-nuclear interactions.

Мутанты для генетиков представляют основу для изучения проблемы «ген-признак». Это непосредственно касается и внеядерных хлорофильных мутаций. Однако их ценность возрастает в связи с тем, что биогенез и функционирование хлоропластов, их фотосинтетическая активность находятся под двойным ядерно-органелльным контролем. В связи с этим генетический анализ таких наследственных изменений дает возможность идентифицировать не только структурные компоненты органелл, детерминированные хлоропластным геномом, но и закономерности пластидно-ядерных взаимоотношений.

В 1969 г. Ю.Д. Белецкий, совместно с Е.К. Разорителевой и Ю.А. Ждановым сообщили об эффективном методе, с помощью N-нитрозо-N-метилмочевины (НММ) в сотни раз повышающим индукцию внеядерных хлорофильных мутаций у подсолнечника (Белецкий и др.,1969, Белецкий, 1989), получившим в дальнейшем высокую оценку у зарубежных специалистов. Это открытие явилось стимулом, для сотрудников нашей лаборатории к глубокому изучению закономерностей мутационного процесса в хлоропластах и генетико-физиологического анализа внеядерных мутантов подсолнечника. В результате многолетних исследований НММ - мутагенеза подсолнечника, были выявлены закономерности эффективной индукции пластидных хлорофильных мутаций, при воздействии мутагеном в малых дозах на прорастающие семена, в определенные временные интервалы развития (Белецкий и др.,1990, Усатов и др., 1995). Исследованы модифицирующие эффекты ряда химических и физических факторов на эффективность индуцированного НММ пластидного мутагенеза (Гуськов и др., 2001, Усатов и др., 2001, Усатов и др., 2005). Получены сотни линий мутантов. Гибридологическим, молекулярно-генетическим и ультраструктурным анализом установлено, что индуцированные хлорофильные мутации удовлетворяют критериям пластидной наследственности. Для них характерно однородительское (материнское) наследование мутантного признака, постоянное соматическое расщепление, дефекты строения и функции хлоропластов, наличие гетеропластидных клеток, различия в структуре ДНК нормальных и мутантных пластид (Усатов и др., 2004а, Усатов и др., 2004б, Makarenko et al., 2016, Markin et al., 2016**,** Makarenko et al., 2017, Макаренко и др., 2019, Усатов и др., 2019, Azarin et al., 2020). Для дальнейшего изучения отобраны и в настоящее время продолжают культивироваться несколько десятков наиболее типичных внеядерных мутантных форм, которые включены в уникальную генетическую коллекцию ЮФУ. Уникальность коллекции заключается в том, что все пластидные мутанты подсолнечника получены на единой генетической основе инбредной линии 3629. Обобщение и анализ результатов исследования этих мутантных форм и стало содержанием данной работы.

Внеядерные хлорофильные мутанты подсолнечника, возникающие после воздействия НММ, были разделены на два фенотипически различающихся класса – это пестролистные химеры *variegated* и не расщепляющиеся в потомстве желто-зеленые формы *chlorina.*

Фенотипически пестролистные формы подсолнечника мутантных линий *var*, в отличие от зеленых растений исходной линии 3629, характеризуются наличием на листьях белых, желтых или желто-зеленых участков самых различных размеров и форм. Иногда пестролистность у этого типа мутантов можно наблюдать уже на стадии семядолей, но чаще у первых и последующих настоящих листьев, где она сохраняется до их естественного отмирания, при этом граница между измененной и нормальной зеленой тканью листа четко выражена.

В таблице 1 приведены результаты расщепления в потомстве после самоопылении пестролистных линий *var* на три типа проростков: зелёные, пёстрые и летальные (белые или жёлтые). Последние погибают на стадии развития первой пары настоящих листьев. Хотя числовые отношения при расщеплении непостоянны, однако они носят устойчивый, регулярно повторяющийся (на протяжении более 50 лет) характер, подтверждая генетическую непрерывность пластид в ряду клеточных поколений.

Таблица 1. Расщепление в потомстве пестролистных растений мутантных линий *var* после самоопыления

Год наблюде-ния	Количество изученных семей	Количество растений в потомстве			Количество мутантных растений, %
		зеленых	пестрых	белых (желтых)	
1967	50	432	199	88	39,9
1968	60	1128	536	491	47,7
1969	53	1404	584	537	44,4
1970	59	1126	457	310	40,5
1972	69	1006	385	347	42,1
1973	61	1145	325	268	34,1
1974	72	1154	428	259	37,3
1976	51	1404	431	778	46,3
1977	66	927	261	772	52,6
2000*	15	556	267	192	45,2
2001*	15	547	227	162	41,6
2003*	15	461	283	126	47,1
2004*	15	395	201	179	49,0
2011*	15	457	183	158	42,7
2012*	15	411	137	117	38,2
2019*	15	402	120	108	36,2

Примечание: * - приведены результаты только по тем линиям пестролистных химер, которые были выделены в 1967 году.

Для доказательства однородительского материнского наследования мутантного признака были проведены реципрокные скрещивания пестролистных форм с растениями исходной линии 3629. В том случае, когда пестролистные растения опыляли пыльцой зеленых растений, гибридное потомство расщеплялось в F_1 как и при самоопылении. При обратном направлении скрещивания, то есть когда в качестве материнского растения использовали зеленое, а отцовским растением служила пестролистная форма, все потомство было зеленым и не расщеплялось в последующих поколениях (табл. 2). Следует

отметить, что константными остается и потомство зеленых растений, возникающих в потомстве пестролистных химер.

Таблица 2. Расщепление в потомстве реципрокных гибридов, полученных в результате скрещиваний пестролистных форм с растениями исходной линии 3629

Год опытов	Направление скрещивания	Кол-во растений в F_1			Кол-во мутантных растений, %
		зеленых	пестрых	белых (желтых)	
2011	пестрое х зеленое	273	132	92	45,1
	зеленое х пестрое	369	0	0	0
2012	пестрое х зеленое	211	89	66	42,4
	зеленое х пестрое	147	0	0	0

Поскольку фенотипически мутантные растения отличаются от исходных зеленых, прежде всего окраской листьев (от белой до желто-зеленой), было проведено сравнительное исследование содержания хлорофиллов и каротиноидов. Визуально по окраске мутантной ткани пестролистные формы можно разбить на 3 группы (табл. 3). Зеленые растения с белыми участками содержат в белых секторах фактически следы хлорофиллов (0,2-3,0 % от контроля) и каротиноидов (8-10 % от контроля). Чуть больше пигментов у растений с желтыми секторами (содержание хлорофиллов в желтых секторах до 9 %, каротиноидов – до 41 % от контроля). В растениях с желто-зелеными пятнами содержание зеленых пигментов и каротиноидов в мутантной ткани достигает 36,7 % и 87,6 % от контроля соответственно. Зеленые участки по содержанию хлорофиллов приближаются к контрольным показателям или даже несколько превышают их.

Таблица 3. Содержание хлорофиллов *a*+*b* и каротиноидов в листовой ткани пестролистных растений подсолнечника в фазу бутонизации

Линия	Фенотип ткани	Содержание, мг/г абсолютно сухого веса			
		Хлорофиллы *a*+*b*		Каротиноиды	
		абс.	% от контр.	абс.	% от контр.
3629	зеленый	7,9±0,5	100	2,17±0,7	100
Var 9, 10, 17, 32	зеленый	7,60-8,80	96,2-111,3	2,01-3,12	92,6-143,8
	белый	0,02-0,24	0,2-3,0	0,14-0,20	6,5-9,2
Var 1, 2, 4, 6, 7, 11, 13, 14, 15, 20, 23, 25, 27, 28, 29, 30, 33, 35	желтый	0,19-0,74	2,4-9,4	0,45-0,86	20,7-39,6
Var 3, 8, 12, 24	желто-зеленый	1,10-2,90	14,0-36,7	0,95-1,90	43,8-87,6

Для пластид в мутантных тканях характерны глубокие изменения ультраструктуры. Это, прежде всего частичное или полное отсутствие тилакоидной системы в жёлтых и белых участках соответственно, а также изменение размеров и числа пластоглобул (Усатов и др., 2004а). Отмеченные изменения ультраструктуры пластид, очевидно, связаны с

ингибированием процесса образования ламеллярной системы в мутантных секторах. Эти изменения коррелируют с вышеприведёнными данными по содержанию пигментов.

Тест на соматическое расщепление потомства является одним из чётких критериев пластомной обусловленности дефекта пластид. Тест основан на явлении сортировки мутантных и нормальных органелл. Ядерные гены, расположенные в хромосомах, передаются в митозах потомству всех клеток в равной мере. Цитоплазматические же гены по причине множественности копий, в которых они представлены, и отсутствия механизма, аналогичного митозу, для точного удвоения и распределения нормальных и мутантных органелл могут распределяться между дочерними клетками асимметрично. Вследствие этого различные части растений могут быть гетерогенными по цитоплазматическим генам и содержать два их типа (нормальный и мутантный) в разных пропорциях. В результате электронно-микроскопического анализа листьев пестролистных растений различных линий *var* на границе между зеленой и мутантной тканями были обнаружены гетеропластидные клетки (Усатов и др., 2004а).

Далее нами была исследована изменчивость хлоропластной ДНК (хлДНК) и митохондриальной ДНК (мтДНК) с помощью их полногеномого секвенирования у 5-ти пестролистных химер с различной степенью выраженности хлорофильных дефектов, с белыми (*variegated-10 и variegated-17*) и желтыми (*variegated-1, variegated-13* и *variegated-15*) секторами на листьях (Markin et al., 2016, Makarenko et al., 2017). Полученные результаты свидетельствуют о широком спектре индуцированных НММ мутаций в хлДНК подсолнечника, так как у всех исследованных линий в пластоме идентифицированы уникальные мутации. Не синонимичные мутации были определены у *variegated*-1 в гене - *psaA*, у *variegated*-15 в генах - *rpl36* и *ccsA*, у *variegated*-17 в генах - *rps4* и *rpoA*, у *variegated*-10 в генах - *rpoC2* и *rpoA* и у *variegated*-13 две мутации в гене *ycf3*. Полногеномное секвенирование мтДНК не выявило различий в последовательности нуклеотидов между пестролистными линиями и линией 3629.

Проведя сравнительный анализ результатов полногеномного секвенирования хлДНК, можно заключить, что у пестролистных мутантов с более глубокими повреждениями, проявляющимися почти полным отсутствием хлорофиллов (белые сектора на листьях) – *variegated-10 и variegated-17* мутации локализованы в гене *rpoA,* кодирующим альфа субъединицу хлоропластной РНК-полимеразы. В тоже время у пестролистных форм с менее глубокими повреждениями, характеризующимися следовым количеством хлорофиллов (желтые сектора на листьях) преобладают мутации в генах, кодирующих структурные белки. Так у мутанта *variegated*-1 мутация определена в гене *psaA*, кодирующем photosystem I P700 chlorophyll a apoprotein A1, у v*ariegated*-13 - *ycf3*, кодирующем photosystem I assembly protein Ycf3 и у v*ariegated*-15 - *rpl36* и *ccsA*, кодирующих 50S ribosomal protein L36 и cytochrome c biogenesis protein, соответственно.

Вторым классом жизнеспособных хлорофильных мутантов, по частоте индукции НММ после пестролистных химер являются желто-зеленые формы или *chlorina*. Несмотря на сходство в окраске листьев хлорофильные мутанты *chlorina* являются неоднородной группой. В таблице 4 суммированы результаты реципрокных скрещиваний 7 линий *chlorina* с зелеными растениями 3629, свидетельствующие о строго внеядерном характере наследования данных мутаций. Когда в скрещиваниях с мутантами материнским растением является исходная линия 3629, в F_1 всегда возникают только зеленые растения. При реципрокных скрещиваниях в F_1 представлен исключительно мутантный фенотип. В последующих поколениях F_2, F_3 ни зеленые, ни мутантные формы не расщепляются.

Мутанты *chlorina* различаются между собой, и в первую очередь, отличаются от зелёных растений количеством зелёных пигментов, габитусом и продуктивностью. В таблице 5 приведены морфофизиологические показатели, а также содержание

хлорофиллов в листьях растений *chlorina*. Видно, что все рассматриваемые мутанты это относительно низкорослые, малопродуктивные и мелкосемянные формы с пониженным содержанием хлорофиллов (54,6 % - 91,6 %) по сравнению с зелеными растениями 3629.

Таблица 4. Реципрокные скрещивания мутантов *en:chlorina* с зелеными растениями исходной линии 3629

Вид скрещивания	Фенотип растений F_1		Фенотип растений F_2	
	зеленые	*chlorina*	зеленые	*chlorina*
en:chlorina-1 x 3629	0	51	0	568
3629 x *en:chlorina*-1	42	0	996	0
en:chlorina-2 x 3629	0	41	0	373
3629 x *en:chlorina*-2	37	0	583	0
en:chlorina-3 x 3629	0	59	0	601
3629 x *en:chlorina*-3	54	0	861	0
en:chlorina-5 x 3629	0	33	0	395
3629 x *en:chlorina*-5	57	0	712	0
en:chlorina-6 x 3629	0	31	0	443
3629 x en:*chlorina*-6	52	0	691	0
en:chlorina-7 x 3629	0	44	0	412
3629 x *en:chlorina*-7	41	0	786	0
en:chlorina-8 x 3629	0	56	0	312
3629 x *en:chlorina*-8	35	0	403	0

Таблица 5. Морфофизиологическая характеристика внеядерных мутантов *chlorina* подсолнечника

Линия	Высота, см	Диаметр корзинки, см	Продуктивность одного растения, г	Вес 1000 семян, г	Кол-во хлорофилла а+в, мг/г сух. веса
3629	**145,5±1,5**	**10,9±0,3**	**34,6±1,6**	**42,7±1,4**	**7,52±0,17**
en:chlorina-1	102,4±1,7	6,9±0,5	21,0±1,2	24,7±1,8	6,13±0,23
en:chlorina-2	117,9±1,6	7,7±0,4	26,2±2,7	37,4±2,1	6,02±0,33
en:chlorina-3	99,0±2,2	6,1±0,3	14,5±1,9	21,2±2,4	6,19±0,31
en:chlorina-5	115,9±2,1	8,7±0,4	23,3±3,1	26,1±1,5	5,51±0,11
en:chlorina-6	97,7±1,9	7,2±0,4	20,5±1,5	35,2±0,9	6,91±0,31
en:chlorina-7	110,3±1,5	7,1±0,4	21,5±1,2	30,7±1,2	5,78±0,16
en:chlorina-8	82,4±2,2	4,7±0,6	10,3±2,2	17,2±2,6	5,75±0,56

Для пестролистных химер подсолнечника было показано, что между количеством хлорофиллов и степенью сформированности внутренней структуры хлоропластов имеется высокая корреляция. Эта закономерность наблюдается и у мутантов *chlorina*. Так, наименьшее количество хлорофиллов содержат растения *en:chlorina-5* (табл. 5). Ультраструктурная организация пластид у данного мутанта также имеет наибольшие отклонения от нормы среди других линий *chlorina*. К таким различиям относятся набухание отдельных тилакоидов, вакуолизация некоторых ламелл, менее развитая структура тилакоидов гран и стромы, сниженное количество крахмальных зёрен.

В результате полногеномного секвенирования хлДНК 3-х мутантов *en:chlorina* всего было выявлено 14 полиморфных сайтов: два в хлДНК линии *en:chlorina-1*, пять – в *en:chlorina-6* и семь – в *en:chlorina-7* (Макаренко и др., 2019). Две мутации из четырнадцати локализованы некодирующей области хлДНК: SNP в позиции 72247 хлДНК линии *en:chlorina-7* локализован между генами *rps12* и *clpP*, SNP в позиции 74767 хлДНК линии *en:chlorina-6* – в интроне гена *petB*. 12 SNP обнаружены в кодирующих последовательностях хлДНК. В генах *rpoA, rps11, ycf1, rps3, ndhD* мутации оказались синонимичными, в то время как мутации в генах: *rpoB* (Ser138Leu), *psaA* (Thr528Ile), *psbB* (His157Tyr) у *en:chlorina-7*, *psaB* (Thr586Ile) у *en:chlorina-1* и *psaB* (Gly385Glu), *ndhA* (Ala141Val), *ndhA* (Thr356Ile) у *en:chlorina-6* приводят к замене аминокислот транслируемых белков.

Следует отметить, что мутантный фенотип *chlorina* вероятнее связан с несинонимичными мутациями. В связи с этим мы провели поиск коротких нуклеотидных последовательностей, содержащих SNP, характерные для мутантного фенотипа, в базе данных NCBI. В ходе анализа несинонимичных замен было установлено, что SNP в генах *rpoB* (Ser138Leu) и *ndhA* (Ala141Val, Thr356Ile) являются распространенными полиморфизмами, которые представлены в базе данных NCBI у растений с нормальным фенотипом. Следовательно, эти мутации, скорее всего не связаны с мутантным, желто-зеленым фенотипом у растений подсолнечника. Гораздо больший интерес представляют мутации в генах *psaA, psaB* и *psbB*, кодирующих белки, входящие в состав реакционных центров ФС I (*psaA, psaB*) и ФС II (*psbB)*. Эти белки являются необходимыми компонентами для функционирования фотосистем и изменения в их структуре могут быть причиной сниженного содержания хлорофиллов у исследуемых мутантных линий. А именно: у мутанта *en:chlorina-7* с мутациями в генах *psaA* и *psbB*, а у *en:chlorina-1* и *en:chlorina-6* в гене *psaB*.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания в области научной деятельности № 0852-2020-0029.

Список литературы

1. Azarin K., Usatov A., Makarenko M., Kozel N., Kovalevich A., Dremuk I., Yemelyanova A., Logacheva M., Fedorenko A., Averina N. A point mutation in the photosystem I P700 chlorophyll a apoprotein A1 gene confers variegation in *Helianthus annuus* L // Plant Molecular Biology. – 2020. – Vol. 103. - № 4-5. – P. 373-389. DOI: 10.1007/s11103-020-00997-x.
2. Makarenko M., Usatov A., Markin N., Azarin K., Gorbachenko O., Logacheva M., Kozel N., Dremuk I. The Investigation of Organelle Genomes of Extra Nuclear Sunflower Mutants with Variegated Phenotype // *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 2017. Vol.13. №4. P. 189-194.
3. Makarenko M.S., Kozel N.V., Usatov A.V., Gorbachenko O. F., Averina N.G. The State of PSI and PSII Photochemistry of Sunflower Yellow-Green Plastome Mutant // OnLine Journal of Biological Sciences. – *2016. - Vol. 16 - № 4. - P.* 193-198. DOI: 10.3844/ojbsci.2016.193.198.
4. Markin N., Usatov A., Logacheva M., Vasilenko V., Klimenko A., Kolokolova N., Bibov M., Getmantseva L. Variability of Chloroplast DNA of Extranuclear Sunflower Mutants // *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 2016. Vol.12. № 1. P. 72-78.

5. Белецкий Ю.Д. Искусственные мутации хлоропластов у высших растений. - Ростов н/Д: РГУ. – 1989. – 80 с.
6. Белецкий Ю.Д., Разорителева Е.К. Жданов Ю.А. Цитоплазматические мутации подсолнечника, индуцированные действием N-нитрозо-N-метилмочевины // ДАН СССР. 1969. Т. 166. С. 1425–1426.
7. Белецкий Ю.Д., Усатов А.В., Разорителева Е.К. Частота индуцированной N-нитрозо-N-метилмочевиной внеядерной пестролистности у подсолнечника в зависимости от уровня репликации пластидной ДНК // ДАН СССР. 1990. Т.313. №3. С. 716-718.
8. Гуськов Е.П., Маркин Н.В., Усатов А.В., Машкина Е.В. Модификация действия нитрозометилмочевины на проростки подсолнечника тепловым шоком // Генетика. 2001. Т.37. №3. С. 336-343.
9. Макаренко М.С., Ковалевич А.А., Шамова Т.В., Казанцев М.Ю., Усатов А.В. Молекулярно-генетические и физиологические особенности хлорофилл-дефицитных мутантов подсолнечника с внеядерным типом наследования // Живые и биокосные системы. – 2019. – № 27-4 с. URL: http://www.jbks.ru/archive/issue-27/article-4.
10. Усатов А.В., Макаренко М.С., Ковалевич А.А., Губаийдулина А.М. Исследование роли пластидных генов в эффекте гетерозиса и формировании морфофизиологических признаков растений подсолнечника // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т.180. - №4. – С. 113-120. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-4-113-120.
11. Усатов А.В., Машкина Е.В., Гуськов Е.П. Влияние окислительного стресса на мутагенез у подсолнечника *Helianthus annuus L.*, индуцированный нитрозометилмочевиной // Генетика. 2005. Т.41. №1. С. 63-70.
12. Усатов А.В., Машкина Е.В., Маркин Н.К., Гуськов Е.П. Мутагенный эффект нитрозометилмочевины, модифицированный тепловым шоком на ранних этапах развития проростков подсолнечника // Генетика. 2001. Т.37. №12. С. 1650-1656.
13. Усатов А.В., Разорителева Е.К., Машкина Е.В., Улитчева И.И. Спонтанные и индуцированные нитрозометилмочевиной реверсии пластомных хлорофильных мутантов подсолнечника *Helianthus annuus* // Генетика. 2004. Т.40. №2. С. 248-255.
14. Усатов А.В., Рассадина В.В., Аверина Н.Г., Лежнева Л.А., Дудко Ю.С., Машкина Е.В., Прихоженко Э.Я., Колоколова Н.С. Структурно - функциональные особенности мутантных пластид внеядерных пестролистных форм подсолнечника // Физиология растений. 2004. Т.51. №2. С. 175-183.
15. Усатов А.В., Таран С.Ф., Гуськов Е.П. Зависимость пластидного мутагенеза, индуцированного N-нитрозо-N-метилмочевиной, от возраста прорастающих семянок подсолнечника в момент обработки // Генетика. 1995. Т.31. №2. С. 222–227.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ ИСТОРИИ И АРХЕОГЕНЕТИКИ РАСТЕНИЙ

Цаценко Л.В.
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,
г. Краснодар, Россия

INTERDISCIPLINARY APPROACH IN THE STUDY OF PLANT HISTORY AND ARCHAEOGENETICS

Tsatsenko L. V.
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin

Аннотация. Исследование видового разнообразия культурных растений с помощью анализа изображения произведений искусства: картин, керамики, мозаики, монет, почтовых марок. Междисциплинарных подход состоит в том, что совмещаются несколько полей исследовательской деятельности, знания по морфологии и биологии культуры, история культуры, визуальных анализ. На сегодняшний день анализ по образу лег в основу нового направления генетических исследований, получившего названия артгенетика. На основе визуальных образов формируются данные о видовом разнообразии, данных об отдельных признаках, распространении, использовании и времени возделывания агрокультур. В работе показан анализ по образу зерновых культур на основе японской живописи. Отражены некоторые ценные хозяйственные признаки, широта варьирования и разнообразие форм.

Ключевые слова: археогенетика, визуальный анализ, сельскохозяйственные растения, видовое разнообразие.

Abstract. Study of the species diversity of cultivated plants by analyzing the image of works of art: paintings, ceramics, mosaics, coins, postage stamps. The interdisciplinary approach consists in combining several fields of research activity, knowledge of morphology and biology of culture, cultural history, visual analysis. To date, image analysis has formed the basis of a new direction of genetic research, called artgenetics. On the basis of visual images, data on species diversity, data on individual characteristics, distribution, use and time of cultivation of agricultural crops are formed. The paper shows an analysis based on the image of grain crops based on Japanese painting. Some valuable economic features, the breadth of variation and the variety of forms are reflected.

Keywords: archaeogenetics, visual analysis, agricultural plants, species diversity.

На сегодняшний день мы наблюдаем тенденцию в формировании новых междисциплинарных исследований. Видимо причина развития совместных исследований по нескольким отраслям знаний в том, что это дает расширенное представление о проблеме, когда исследователи позволяют выводам и результатам других дисциплин играть определенную роль в их собственной области исследований. В действительности эти междисциплинарные исследования часто оказываются соединительными поля, которые с самого начала находились не так далеко друг от друга. Тем не менее, например, клеточный биолог, использующий знания биохимии, должен рассматриваться как прекрасный пример междисциплинарных исследований.

Исследования, основанные на двух дисциплинах, которые так далеки друг от друга, не являются самоочевидными и могут быть только успешный, если на исследовательские вопросы нельзя успешно ответить каким-либо другим способом. Подлинное междисциплинарное исследование сочетает в себе идеи и методы двух дисциплин – какими

бы далекими они ни были – чтобы рассказать единую однозначную историю, основанную на четком исследовательском вопросе [6]. Исследование главного вопроса здесь заключается в следующем: как мы можем узнать, как выглядели наши нынешние фрукты и овощи в прошлом? Интересными дополнительными вопросами являются: где и когда выращивались конкретные культуры? С какой (человеческой) миграцией они столкнулись? Как и почему они были включены в кулинарная культура?

Сегодня представление о древних формах культурных растений помимо книг, ботанических манускриптов, можно взять из анализа произведений искусства. Новая область исследований – изучение форм растений по произведениям живописи (художественные полотна, керамика, монеты, чеканка, почтовая открытка, гобелены, мозаика, скульптура и мелкая пластика) получила название иконографический анализ. Vergauwen D., De Smet I.предложили новый термин – артгенетика, область исследований, которая рассматривает признаки растений на основе анализа изображений на художественных полотнах (Vergauwen D., De Smet I., 2017, 2020). В качестве примера анализируется высота у пшеницы, которая существенно изменилась с времен 15-16 веков, после зеленой революции, изменившей габитус пшеничного растения.

В нашей работе представлен междисциплинарный подход изучения археогенетики сельскохозяйственных растений при изучении конкретного вида растений. Для этого в течение нескольких лет создавалась база образов по иконографии нескольких культур: пшеницы, кукурузы, тыкве, арбузе, люфе, момордике, огурце, чайоте, декоративным тыквенным культурам, льну. В последнее время большой блок образов составили картины японских живописцев, чьи работы характеризуется четкостью деталей, простой образа, точностью передачи отличительных особенностей представленного растения [Цаценко Л.В.,2013,2017). Через анализ полотен японских художников удалось проследить предковые формы, видовое разнообразие агрокультур, различные аспекты применения в повседневной жизни, многофункциональность использования. Через анализ изображений на художественных полотнах удалось создать полномасштабный образ по ряду сельскохозяйственных культур, которые давно возделываются человеком в культурном виде. Основной акцент в поиске информационного ресурса и сельскохозяйственных растениях был сделан на основе работ Н. И. Вавилова и его ученицы Е. Н. Синской, в которых скрупулезно и самобытно представлен обширный материал по видовому разнообразию и центрам происхождения ряда культурных растений. Представленный подход может быть успешно использован при изучении истории и археогенетики растений, поиска их предковых форм (Вавилов Н.И., 1987; Синская Е. Н., 1969).

Изучение истории агрокультур, их видового разнообразия происходит несколькими путями: сбор и анализ материала, изучение мировых коллекций, гербарных образцов, молекулярный анализ, лингвистический анализ, анализ литературы. Сравнительно недавно в исследованиях ряда культур стал использоваться иконографический анализ на основе произведений живописи. В работах Джулиана Дженика с соавторами показано, как с помощью произведений искусства удалось установить видовое разнообразие древних форм кукурузы в Европе, баклажана, моркови, арбуза, огурца, лагенарии. В наших исследованиях проведен анализ также ряда культур: чалмовидных форм тыквенных, люфы, пшеницы, лагенарии (Цаценко Л. В., 2020). Известно, что иллюстрации, по словам Т. А. Черной, обладают двуединой научно-художественной природой и представляют интерес не только как ботанические и ботанико-исторические документы, но и как произведения искусства. Посредством образа, отраженного в произведении искусства, можно узнать в какое время сельскохозяйственные растения внедрены в культуру, какие виды произрастали на территории страны, как шла эволюция некоторых хозяйственно-ценных признаков. Использование художественных образов в изучении археогенетики

агрокультур позволяет установить, как менялась культура под действием естественного и искусственного отбора, в этом процессе некоторые формы растений остались только на полотнах художников. В задачу нашего исследования входило изучить разнообразие зерновых культур в произведениях японской живописи периода Эдо, охватывающего 1603–1868 гг. Выбор картин японской живописи обусловлен тем, что художники полно и многогранно отразили видовое разнообразие животного и растительного мира японского архипелага. Для решения задач данного исследования нам пришлось создать коллекцию иллюстрированных образов, состоящую из 645 ботанических иконографий, куда вошли десятки манускриптов, ксилографий. Современный мир представляет уникальную возможность изучения образов не только по книгам, журналам, специализированным изданиям, но и анализ научно-познавательных сайтов: сайт-каталог японских картин птиц и цветков (URL: http://readercollection.com/catalog.html), сайт «Иконография растений и агротехнологии» Crop Iconography and Horticulture, размещенный на платформе колледжа сельского хозяйства университета Пердью (URL: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/iconography). Реалистическое изображение растений в произведениях японской живописи представляет единственную возможность получения достоверных данных о растениях того времени. Реалистический «портрет» растений, выполненный японскими художниками с учетом ботанических требований, дает точную и легко воспроизводимую информацию. Можно сказать, что качественная иллюстрация является средством документирования и информации. В этой связи в работе рассмотрены зерновые культуры Японии и их роль в мировой селекции растений. В таблице представлены данные по изображениям японскими художниками зерновых культур. Н. И. Вавилов, описывая пшеницу и ячмень Японии, отмечал, что в условиях муссонного климата сформировались формы «короткостебельные, быстро формирующие зерно, имеющие укороченные ости и мелкоплодные. Ячмень и пшеница поражают своим низким ростом, мелким зерном, некрупным колосом и отличным развитием» (Вавилов Н. И., 1987).

На рисунке представлены карликовых, низкостебельных форм пшеницы. На основе последних была создана коллекция низкорослых форм пшеницы профессором Х. Кихарой. Далее работа была продолжена Норманом Борлоугом и получены полукарликовые формы или короткостебельная («карликовая») пшеница, устойчивая к полеганию, которая при правильном выращивании давала высокие урожаи. К 1956 году Мексика уже полностью обеспечивала себя пшеницей.

Изображений пшеницы немного, так как, по данным Е. Н. Синской (1969), эта культура стала интенсивно использоваться в стране только после войны. Причина в том, что в питании населения преобладал больше рис. Рис в Японии представлен несколькими формами: безостыми, остистыми и полуостистыми. В живописи нашли отражения все формы этой культуры (таблица, рисунок 2). Мощное формообразование связано с тем, что страна является одним из центров происхождения культуры риса. Ячмень в картинах японских художников встречается довольно часто. Он используется прежде всего как кормовая культура. В Японии более половины высеваемого ячменя представлено голозерными формами. Как и в Китае, так и в Японии, ячмень важный продукт для питания в тех районах, где прохладно и не вызревает рис. В Японии встречается низкорослый ячмень Hordeum humile Vav. Et. Bacht. Разновидность этого подвида характеризуется карликовым ростом, длинной фазой развития от всходов до колошения, короткими листьями, короткими строго-шестигранными колосьями, полуостистыми, иногда безостыми формами (рисунок 3).

Таблица. Злаковые культуры в японской живописи

Культура	Художник
Гречиха	Сибата Дзэсин (1807–1891)
Кукуруза	Ито Дзякутю (1716–1800); Ринсай Уцуши (актив, ок. 1869–1890); Кини Такешита (актив, ок. 1990); Китагава Утамаро (1753–1806); Мори Шункей (1815–1841); Ито (1898–1972); Хасуи Кавасэ (1883–1957); Огино Иссуи (ок. 1900–1910)
Овес	Сибата Дзэсин (1807–1891)
Просо	Таварая Сотацу (?–1643); Комуро Суюн (1874–1945); Фукудо Сейко (актив.1800)
Пшеница	Зайсен Хара (1849–1916); Сокэн Ямагути (1759–1818); Имао Кейнен (1845–1924); Мори Шункеи (1815–1841); Таки Катеи (1830–1901)
Рис	Сюмман Кубо (1757–1820); Сибата Дзэсин (1807–1891); Байрэй Коно, (1844–1895); Сибата Дзэсин (1807–1891); Косон Охара (1877–1945); Ватанабэ Сэйтэй (1851–1918); Нишияма Каней (1834–1897); Шункеи Гафи (актив. 1800–1820); Кавабато Гейку шо (актив. 1800)
Ячмень	Сибата Дзэсин (1807–1891); Косон Охара (1877–1945); Байрэй Коно, (1844–1895); Ямагучи Сокен (1759–1818); Кейбун Матсимира (1779–1843); Имао Кейнен (1845–1924); Кохо Шода (1871–1946); Зай сен Хара (1849–1916); НисиямаКан'эй (1833–1897); Конобу Хасегава (акт.1880); Гахо Хасхимото (1835–1908); Сэитэи Ватанабэ (1851–1918); Шунько Цутиока (1891–1959); Сокэн Ямагути (1759–1818)

Рисунок 1. Мори Шункеи (1815-1841). Стрекоза и пшеница (слева); Шибата Зешин. Кузнечик и пшеница. 1908.(справа)

Рисунок 2. Птица и рис. Шуда Хуакида (1842–1913). Рис и воробьи. Художник Ватанабэ Сэйтэй, (1851–1918)

Рисунок 3. Ячмень и воробей, Конобу Хасегава (акт.1880), (слева); Байрэй Коно, (1844–1895); (справа).

На рисунке 2 показаны низкорослые, мелкоколосные формы ячменя. Кукуруза также распространена в Японии. По данным Е. Н. Синской (1969), «в Восточной Азии, вероятно очень давно, может быть еще до Колумба, развилась особая рецессивная эндемичная группа сортов восковидной кукурузы Zea mays ssp. Ceratuna Kulesch. Это своеобразная форма кукурузы, которую некоторые исследователи считают самостоятельным видом, с воскообразным эндоспермом и пониклой метелкой». Изображение данной культуры можно найти в произведениях Ито Дзякутю (1716–1800); «Початок кукурузы из книги насекомых», Китагава Утамаро (1753–1806). На заднем плане картины Байрэй Коно представлены растения кукурузы с поникающими стелющимися стеблями, из чего можем сделать вывод о том, что в годы жизни художника в местности, где он проживал существовала проблема полегания кукурузы. Анализ гравюр японских художников позволил выделить семь зерновых культур, которые характеризуются рядом особенностей, связанных с муссонным климатом (пшеница, ячмень, рис); рис и просо имеют свои эндемичные формы, так как являются основными культурами для азиатского центра происхождения растений, интересно представлена кукуруза, которая сформировала свой отдельный подвид. Простота и легкость восприятия японской гравюры делает ее уникальным материалом и для учебного процесса. Созданная база образов позволяет в полной мере использовать ее в как в учебных, так и научных целях по истории и археогенетики агрокультур.

Список литературы

1. Вавилов Н. И. Пять континентов – М. : Мысль, 1987. – 456 с.
2. Синская Е. Н. Историческая география культурной флоры (на заре земледелия) – Ленинград: Колос, 1969. – 480 с.
3. Цаценко Л.В. Агро-ботанические характеристики лагенарии (Lagenaria siceraria (Molina) Standl.) в образах и символах // Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 710 – 721. – IDA [article ID]: 0911307048. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/48.pdf
4. Цаценко Л.В. Визуализация образов растений: история рас-пространения и археогенетика: монография.– Краснодар : КубГАУ, 2020. – 110 с.
5. Цаценко Л.В. Методические подходы к формированию базы данных по иконографии растений // Научный журнал КубГАУ). [Электронный ресурс]. Краснодар: КубГАУ, 2017. - №10(134). – С. 570 – 584. - IDA: 1341710046. - Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/10/pdf/46.pdf.
6. 6. Vergauwen D., De Smet I. From early farmers to Norman Borlaug–the making of modern wheat //Current Biology. – 2017. – Т. 27. – №. 17. – С. 858-862.
7. 7. Vergauwen D., De Smet I. The collaboration between art history and genetics – an unlikely marriage of disciplines//Frotiers in Plant Science. – 2021. – №. 17. – С. 3–11.

Секция №6.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ НЕГАТИВНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

CLASSIFICATION OF FIRE INTENSITY LEVELS IN 2020 IN THE CEDAR AND FIR NATURE RESERVE IN SYRIA USING THE STANDARD NBR FIRE INDEX

Karmo A. S.[1], ALkateb H. M.[1], Hamed Z. A.[1], Salloum A. N.[1], Antar A.A.[1], Daoud R.M.[1,2]
[1]Tishreen University, faculty of agricultural engineering, department of forestry, Latakia, Syria
[2] Southern Federal University, Academy of Biology and Biotechnology D.I. Ivanovsky, Department of Ecology and Environmental Management
ramadaoud91@yahoo.com, Ahmadkrmo1998@gmail.com, ninaalkateb@gmail.com, Zhamed143@gmail.com, Aghiadsallom97@gmail.com
AlazraaAntar96@gmail.com

Abstract. In recent years, the Syrian forests have been subjected to a number of encroachments, perhaps the most obvious of which are fires, which threaten their existence at the local and regional levels, especially the protected areas of these forests, which contain unique plant species that constitute an important part of the human environmental heritage, as is the case in the Cedar and Fir Reserve. In Latakia Governorate. The results of the study that was conducted to assess the levels of fire that the reserve was exposed to in 2020 using the satellite data that was used to calculate the standard fire ratio index (NBR) and produce a fire intensity map that the intensity of the fire in the reserve varied between high to unburned, and the high intensity centered on The eastern slope of the reserve, which consists of assemblies of pure cedar or mixed with Turkey oak (Quercus cerris and Quercus, subsp ;pseudocerris), which led to the loss of the greater part of the easternslope, while the total area burned from the reserve reached 35.7% of the total area of the reserve.

Keywords: forest fires, NBR standard fire index, natural reserves, Lebanese cedar, Cilician fir.

Mediterranean forests constitute highly complex ecosystems characterized by their great biodiversity, as the Mediterranean basin contains 290 woody species compared to only 135 species in non-Mediterranean Europe. In addition to being a source for providing a range of resources and services; Such as: food, medicine, firewood, industrial wood and livestock feed (Aubert, 2013).

At the same time, the forests of the Mediterranean region has been subjected to great pressures for a long time due to current human activities and global climate change, which pose a threat to these exceptional ecosystems, especially as they represent a great asset for the future of the Mediterranean Basin, as it can play a major environmental and social role if properly managed (Gauquelin et al., 2016).

The forests scattered in Syria are part of the Mediterranean forest system, known that they cover less than 3% of the total area of the country, where the forest wealth occupies an area of 500 thousand hectares, of which 233 thousand hectares are natural forests and 267 thousand hectares are artificial forests . Natural forests spread in most governorates and extend from the sea surface to the highest mountains, and forest trees vary in them, as oaks constitute 58% of them, conifers 28%, terebinths 5% and other species 9% (Nahal & Zahoueh., 2005).

One of the most important threats to the Mediterranean forests in recent years is the fires, and the prevailing climate plays a major role in the outbreak of these fires, as the long summer season extends from June to September, and sometimes more, without any precipitation occurring in most years, and the average temperature increases During the day, less than 30° C, which leads to a decrease in the humidity of the fallen organic residues to less than 5%.

Under these conditions, fires can start from any cause (cigarette, lightning, match...), in addition to low humidity and high temperature, winds also play a key role in fires, especially the Khamaseen winds that characterize Syria and Lebanon, where these winds cause a decrease In

atmospheric humidity below 30%, it also transports burning plant parts to long distances and causes new fires (WMO, 2003).

According to the report of the United Nations Development Program (UNDP) and studies conducted at the national and local levels, human-caused fires constitute the main threat to the Syrian forests, especially the Brutian and Aleppo pine forests concentrated in the coastal mountains and the mountains of Aleppo because of their sensitivity to fire and the speed of ignition, as they contain a high percentage of Flammable resin (Bahuguna & Singh, 2002).

The natural reserves scattered in Syria has also not been spared from these threats and encroachments in their various forms, including fires, which threatens the existence of these nature reserves, which are an important part of the unique Mediterranean ecosystem. Therefore, studying the fires that afflict natural ecological reserves is extremely important.

The aim of the research: studying the fire that exposed the Cedars and Fir Reserve in September of the year 2020, based on the calculation of the standard fire index NBR.

The Area Of Study

The Cedrus libani (A. RICH) and Abies cilicica (Antoine & Kotschy) cedar species were selected as a study area as they constitute the only natural distribution area in Syria. The Cedars and Fir reserve is located in the coastal mountains of northwestern Syria on the western and eastern slopes of Jabal al-Nabi Matta, which is affiliated to the Slanfeh district in Lattakia Governorate. The area is located between latitudes 35.41 and 35.29 north and longitudes 36.10 and 36.17 east. Figure (1).

It rises from sea level 900-1560 meters, where the lowest point is in the Jeb Al-Shuh site, the eastern slope of which is steep, and its slope reaches 35 degrees, while the slope of the western slope ranges between 20 and 27 degrees.

The Cedars and Fir Reserve is located within the very humid and cold bioclimatic floor and is characterized by a typical Mediterranean climate, where rainfall is concentrated in the winter season, and the annual precipitation ranges between 1390 and 2092 mm/year, and the average minimum temperature of the coldest month (January and February) is between 0.8 and 2 degrees Celsius, according to the height above sea level and the exhibition .

Limestone and dolomite rocks from the Jurassic period is spread in the reserve and overlook the Al-Ghab Plain. The soil is a Mediterranean structure containing a high percentage of humus, its depth varies between 15 cm and 1 meter. In many areas, the hard limestone mother rock appears. The Cedar and Fir Reserve was exposed to a devastating fire during the period from 5 to 8 September 2020 on the eastern slope, and the fire was disastrous in the environmental and biological perspectives. This foothill extends for a distance of several kilometers from the Goren road in the north until beyond the village of Shuh

in the south, and the equivalent of 90% of the area of the entire eastern slope was damaged as a result of the fire that occurred, which constitutes about 70% of the Lebanese cedar in its only natural habitat in the northern part of this slope in the reserve.

Normalized Burn Ratio (NBR)

The standard fire ratio index NBR was used to determine the level of risk for burned areas, as NBR outperforms other indicators in mapping burned areas (Schepers et al., 2014; Veraverbeke et al., 2011). It also provides a flexible, robust and simple method of analysis. Calculating this indicator by using two images from the Sentinel 2A satellite captured on August 23 and October 22, 2020, with an image before the fire and an image after it. The satellite image was obtained from the General Authority for Remote Sensing (Syria - Coastal Region Branch), these images are distinguished With a spatial accuracy ranging between 10m and 60m, it is also characterized by a 16-day temporal accuracy that gives the possibility to follow up and monitor changes in a relatively short time interval.

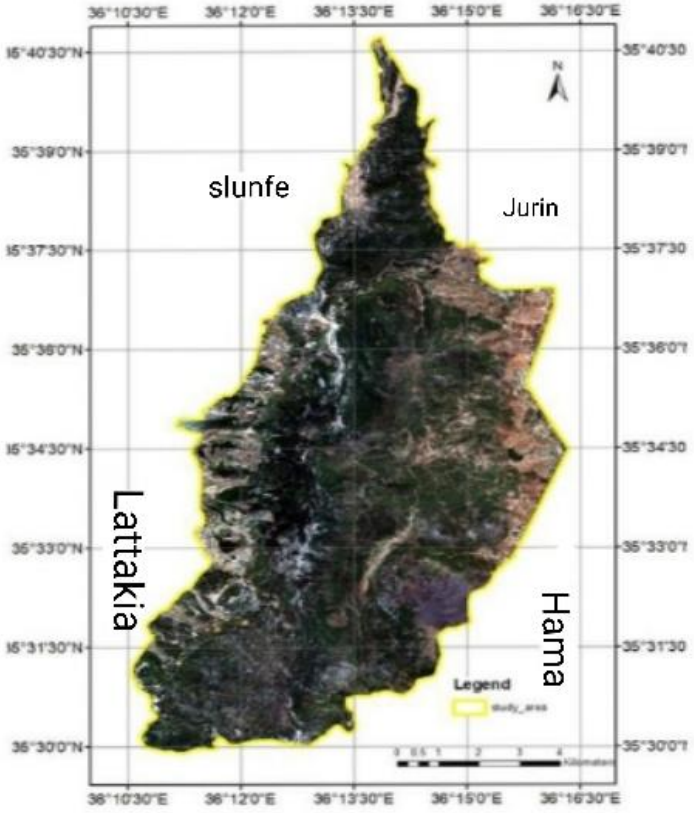


Figure.1. The study site - Cedar and Fir Reserve

The NBR was calculated by the following Equation:

$$NBR = \frac{\rho NIR - \rho SWIR2}{\rho NIR + \rho SWIR2}$$

Where ρNIR and ρSWIR are the reflectance values in the near infrared and short wave infrared channels

The index value ranges from -1 to +1, with higher values indicating healthy green vegetation while lower values indicating bare ground or scorched vegetation (Chompuchan & Lin, 2017).

Then the dNBR index was calculated, which expresses the difference in the value of the index calculated from an image before the fire and an image after the fire, in order to extract the burned areas and estimate the level of fire risk, and it is expressed by the following Equation:

Where NBRpre and NBRpost are the values of the standard burned area index calculated from images taken before and after the fire, respectively.

$$dNBR = NBR_{pre} - NBR_{post}$$

dNBR values ranged between +2 and -2, but Key & Benson (2006) suggested that the experimental data range was between 0.5 and -1.3, as dNBR values less than -0.5 or greater than 1.3 may occasionally occur but are usually not considered burn areas.

Rather, they are anomalies due to cloudiness, poor recording, or other factors related to differences in true ground coverage.

For a given area, the NBR of an image before the fire was calculated, and the second NBR of the image was calculated immediately after the fire. The intensity and severity of the fire were judged by taking the difference between these two layers (dNBR index).

Table (1) shows the classification of the level of fire intensity, where we notice that the threshold value for differentiating between unburned and low intensity areas is 0.1, which is close to the derived values.

Table 1. Classification of fire intensity levels according to dNBR-values (Key & Benson, 2006).

Fire intensity level	DNBR range
Unburned	-0.100 to 0.099
low	0.100 to 0.269
Low-medium	0.270 to 0.439
Medium-high	0.440 to 0.659
high	0.660 to 1.3

Results and discussion:

Spatial distribution of the 2020 fire in the Cedar and fir Reserve

After working on the NBR indicator, Figure (2) was obtained, which shows the fire in the Cedars and Fir Reserve in 2020 and its intensity.

The map shows the variation in the intensity of the fire in the reserve between high and unburned, where the high intensity concentrated on the eastern slope of the reserve, consisting of pure or mixed cedar with virgin and semi-virgin oaks at a rate of 30-40% accompanied by many types of them (Storax (*Stirax officinalis*), Bay leaf tree (*Laurus nobilis*), Prickly juniper (*juniperus oxycedrus*), the Syrian juniper (*Juniperus drupacea*),

The European hop-hornbeam (*Ostrya*), Oriental hornbeam (*Jarpinus orientalis*), Sumach (*Rhus coriara*).

The fire occupied most of the area of the eastern slope except for a few plots that varied from low fires to unburned areas, and their non-combustion is due to their low location that protects them from factors that increase the intensity of the fire.

The eastern slopes are characterized by their steep slope compared to the low-inclination western slopes, arising from the factors of mechanical disintegration and chemical Erosion. They are characterized by narrow transverse valleys with a depth of up to700 m that are likely to be far from

The path of the fire and the intensity of the fire may be due to the nature of the dry eastern wind that it was exposed to at the time of the fire.

The fire in the western slope of the reserve is classified as low or unburned and is characterized by a high prevalence of fir, which is found almost pure in some of its populations, or accompanied by the same species accompanying cedar.

The map also shows that the fire is medium to high in urban areas and villages located within or outside the reserve, and we cannot go beyond the most important factor that caused this fire, which is the human factor whose presence within or outside the borders of the reserve is considered the most dangerous at all.

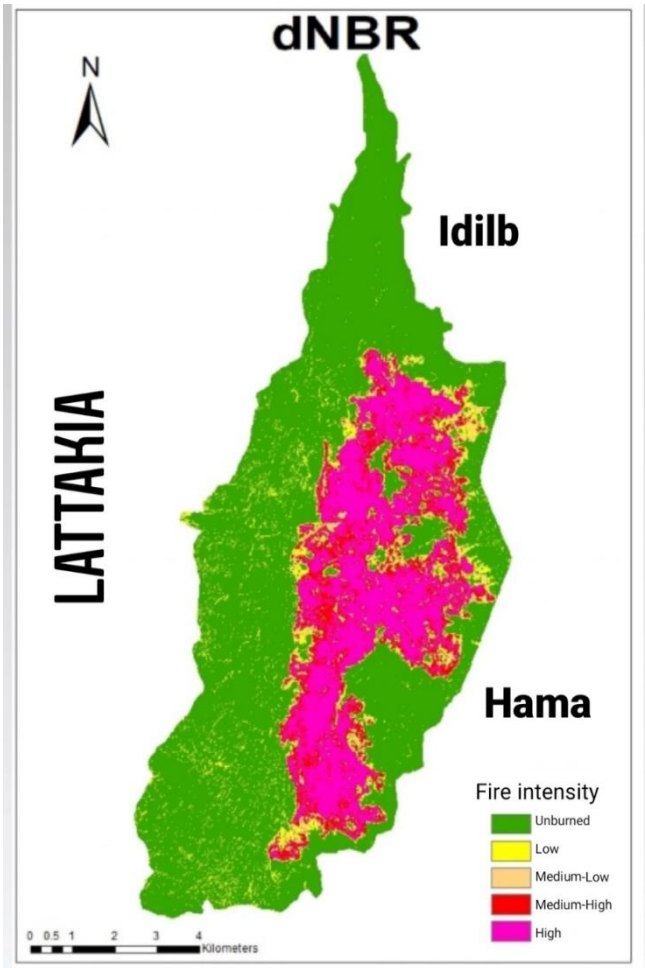


Figure 2. The levels of fire intensity 2020 and its spatial distribution in the Cedar and Fir Reserve.

Area and intensity of the fire

Table (2) shows the areas of the fire according to its intensity along the Cedars and Fir Reserve, where the fire of different intensity constitute a total of 35.7% of the reserve's area (3154.82 hectares).

Highly burned areas formed the upper part of the fire zone, with an area of 1650.06 hectares, and they were concentrated mainly on the eastern slope of the reserve. The area of the average fire was 11.82 hectares (Table 2), and as shown in Figure (2), it surrounds the high intensity fires.

Table 2. Fire area (hectares) and its percentage of the total protected area

Fire intensity	Area(hectare)	Percentage%
High	1650.06	18.67
High-medium	699.58	7.92
Medium-low	344.76	3.9
Low	460.48	5.21
Unburned	5681.15	64.295
Sum	8836.03	

Conclusions and Recommendations

The area of the fire reached 3,154.82 hectares, or 35.7% of the protected area.

The intensity of the fire varied in the Cedars and Fir Reserve, from unburned in the western slope to high intensity in the eastern slope.

The fire destroyed most of the area of the eastern slope, except for very few and small plots.

Therefore, it is necessary to conduct a field study to determine the intensity of the fire on the ground and compare it with the results obtained from the study that relied on satellite images, in addition to studying the impact of the fire on the ecosystem of the reserve and determining the degree of recovery of the burned areas in the reserve using the latest satellite images.

References

1. Aubert, M. (2013). Les e´volutions de la politique forestie`re au Maroc: entre re´appropriation du mode`le forestier franc¸ais e et ide´alisation de la Tribu. Revue Forestiere Francaise. (4), 305- 316.
2. Bahuguna, K. & Singh, S. (2002). Fire situation in India. International Forest Fire News. 26, 23- 27.
3. Gauquelin, T; Michon, G; Joffre, R; Duponnois, R; Ge´nin, D; Fady, B; Bou Dagher-Kharrat, M; Derridj, A; Slimani, S; Badri, W; Alifriqui, M; Auclair, L; Simenel, R; Aderghal, M; Baudoin, E; Galiana, A; Prin, Y; Sanguin, H; Fernandez, C; Baldy, V. (2016). Mediterranean forests, land use & climate change: a social-ecological perspective. Regional Environmental Change. 18 (3): 623- 636.
4. Key, C; Benson, N. (2006). Landscape Assessment: Ground Measure of Severity, the Composite Burn Index; & Remote Sensing of Severity, the Normalized Burn Ratio. In FIREMON: Fire Effects Monitoring & Inventory System; Fort Collins, CO, USA; pp. 219-279.
5. Schepers, L; Haest, B; Veraverbeke, S; Spanhove, T; Vanden Borre, J; Goossens, R. (2014). Burned area detection & burn severity assessment of a heathland fire in Belgium using airborne imaging spectroscopy (APEX). Remote Sensing. 6, 1803- 1826.
6. Veraverbeke, S; Lhermitte, S; Verstraeten, W.W. & Goossens, R. (2011). A time-integrated MODIS burn severity assessment using the multi-temporal differenced normalized burn ratio (dNBRMT). Int. J Appl. Earth Obs. Geoinf. 13. 52-58.
7. WMO. (2003). Our Future Climate. No. 952 Geneva, Switzerland.

ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «УТРИШ»

Вилкова В.В., Нижельский М.С.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

E-mail: lera.vilkova.00@mail.ru

CONSEQUENCES OF THE IMPACT OF FIRE ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF BROWN SOILS OF THE RESERVE "UTRISH"

Vilkova V.V., Nizhelsky M.S.

Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

E-mail: lera.vilkova.00@mail.ru

Аннотация. В настоящей работе рассматриваются экологические последствия пирогенного воздействия на биологическую активность коричневых почв через год после катастрофического пожара 2020 года на территории государственного природного

заповедника «Утриш». Изучены активность каталазы и инвертазы. Полученные данные представлены в сравнении с результатами исследования биологической активности почв этих же участков в 2020 году на 20 сутки после пожара.
Ключевые слова: биоиндикация, пирогенное воздействие, каталаза, органический углерод.

Abstract. This paper considers the environmental consequences of the pyrogenic impact on the biological activity of brown soils a year after the catastrophic fire of 2020 on the territory of the Utrish Nature Reserve. Studied such indicators as the activity of catalase and invertase. The data received as a result of studies of the biological activity of the soil in this area in 2020 for 20 days after the fire.
Key words: bioindication, pyrogenic effect, catalase activity, organic carbon.

Лесные пожары оказывают значительное и в большой степени разностороннее воздействие на все компоненты естественных экосистем. Несомненно, для некоторых экосистем пожары – фактор возобновления, вызывающий смену растительных сообществ, а для других гари являются и вовсе специализированным местообитанием (Harper, 2005). Однако пирогенный фактор приводит к изменению геохимических особенностей биоценозов ввиду потери питательных веществ как в результате самого процесса горения, так и за счет выноса вместе с дымом (Pellegrini et al., 2018).

Экосистемы и, в частности, почвенный покров, пострадавшие от пирогенного воздействия, остаются в значительной степени неизученными. Особенно это актуально для ксерофитных лесных почв юга России, лишенных нетронутых антропогенным воздействием эталонов сравнения. По этой причине почвы государственного природного заповедника «Утриш» представляет собой объект охраны и вызывает большой интерес для организации биологической диагностики восточно-средиземноморских ландшафтов.

Целью настоящей работы является изучение влияния пирогенного воздействия на биологическую активность коричневых почв заповедника «Утриш» спустя год после пожара.

Почвенный покров заповедника представлен разновидностями коричневых, луговато-коричневых и аллювиально-луговых почв. Чаще всего на территории заповедника встречаются выщелоченные разновидности коричневых почв, почвенный профиль которых полностью освобожден от карбонатов кальция. Они формируются в увлажненных повышенных местах, на некарбонатных плотных породах, реже на элювии окарбоначенных песчаников (Казеев и др., 2013). Отличительными признаками коричневых почв являются: коричневый цвет профиля, интенсивное текстурное оглинивание средней части профиля почвы, элювиально-иллювиальный тип декарбонизации, близкая к нейтральной реакция среды, богатство почвы элементами минерального питания.

В октябре 2021 года в ходе полевых исследований почвенного покрова заповедника были изучены участки, пострадавшие от катастрофического пожара 2020 года. Исследуемые участки были визуально разделены на 10 мониторинговых площадок с разной степенью повреждения огнем: слабой 2 участка, средней 3 участка и сильной 3 участка. Еще 2 участка послужили в качестве контрольных. Разделение участков проведено визуально согласно полевому руководству (Parson et al., 2010). Спустя год после пожара на всех мониторинговых площадках появился травянистый подрост, что свидетельствует о начавшихся процессах восстановления поврежденной территории (рисунок). Однако на поверхности почвы всех исследуемых участков все еще отмечается большое количество золы.

Рисунок. Постпирогенный участок, съемка с квадрокоптера, октябрь 2021 г.

Для установления значений биологических показателей постпирогенных почв была задействована материально-техническая база кафедры экологии и природопользования Южного федерального университета. При получении аналитических данных применялась разработанная и апробированная методология исследования (Казеев, Колесников, 2012) с использованием общепринятых в почвоведении и биологии методов (Казеев и др., 2003). Определение ферментативной активности каталазы почв произведено по методу А.Ш. Галстяна. Определение активности инвертазы – по модифицированному колориметрическому методу Ф.Х. Хазиева.

В ходе исследования было установлено частичное восстановление активности каталазы для почв со слабой степенью повреждения, активность фермента выше контроля на 3%. В то время как для средней и сильной степени повреждения отмечено снижение активности каталазы на 21% и 51%. В почвах контрольного участка активность фермента уменьшается вниз по профилю, в то время как на участках, пройденных огнем, наблюдаются инверсии, то есть активность фермента в нижележащих горизонтах выше по сравнению с верхними. Сразу после пожара по результатам исследований прошлого года также отмечали ингибирование каталазы в среднем на 43%.

Для двух участков со слабой степенью повреждения отмечается повышение активности инвертазы на 16 и 59%. В то время как на двух из трех участков со средней степенью повреждения отмечено снижение активности фермента в среднем на 30%, а на другом повышение на 5%. Похожая реакция фермента наблюдается и на участках с сильной степенью повреждения, где на двух участках установление ингибирование фермента в среднем на 47%, а на другом стимулирование на 5%. При этом вниз по почвенному профилю активность фермента уменьшается. По результатам исследований прошлого года также отмечалось ингибирование фермента в среднем на 56%. Снижение активности ферментов связано с воздействием высоких температур, при которых белковые структуры ферментов разрушаются, что было также отмечено в других работах (Ribeiro-Kumara et al., 2020; Вилкова 2020, 2021).

В результате полевых исследований и проведения лабораторных анализов установлено, что пирогенное воздействие оказывает комплексное влияние на биологические свойства коричневых почв. В 2020 году случившийся пожар на территории заповедника «Утриш» привел к значительным изменениям активности ферментов из класса гидролаз (инвертаза) и оксидоредуктаз (каталаза). Степень изменения активности

ферментов зависит от интенсивности процесса горения. Также отмечено варьирование исследуемых параметров на участках с одинаковой степенью повреждения пожаром, что объясняется неравномерным распространением пожара ввиду сложности рельефа и неоднородностью самого процесса горения. Ранее было показано, что даже спустя 10 лет биологическая активность постпирогенных коричневых почв в значительной мере отличается от контрольных (Kazeev et al., 2019; Вилкова и др., 2021). Необходимо продолжение мониторинга экологического состояния постпирогенных участков.

Исследования проведены при финансовой поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2511.2020.11, НШ-449.2022.5).

Список литературы

1. Harper, K. A. Structural development following fire in black spruce boreal forest/ Harper K.A., Bergeron Y., Drapeau P., Gauthier S., De Grandpre L. // For. Ecol. Manag. – 2005. – V. 206. – P. 293–306.
2. Kazeev K.Sh., Poltoratskaya T.A., Yakimova A.S., Odobashyan M.Yu., Shkhapatsev A.K., Kolesnikov S.I. Post-fire changes in the biological properties of the brown soils in the Utrish state nature reserve (Russia) // Nature Conservation Research. Заповедная наука 2019. 4(Suppl.1): 93–104.
3. Parson Annette; Robichaud, Peter R.; Lewis, Sarah A.; Napper, Carolyn; Clark, Jess T. Field guide for mapping post-fire soil burn severity. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-243. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station., 2010. – 49 p.
4. Pellegrini, A. F. A. Fire frequency drives decadal changes in soil carbon and nitrogen and ecosystem productivity / Pellegrini, A. F. A. Ahlstr m, A., Hobbie, S.E., Reich, P.B., Nieradzik, L.P., Staver, A C., Scharenbroch, B.C., Jumpponen, A., Anderegg, W.R.L., Randerson, J.T., Jackson, R.B. // Nature. – 2018. – V. 553. – P. 194–198.
5. Ribeiro-Kumara C., Pumpanen J., Heinonsalo J., Metslaid M., Orumaa A., Jogiste K., Berninger F., Koster K. Long-term effects of forest fires on soil greenhouse gas emissions andextracellular enzyme activities in a hemiboreal forest // Science of the Total Environment 718 (2020) – 1-14 p.
6. Вилкова В.В., Казеев К.Ш., Шабунина В.В., Колесников С.И. Ферментативная активность постпирогенных почв заповедника «Утриш» // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада, 2021. № 138. – С. 71-77.
7. Вилкова В.В., Казеев К.Ш., Шхапацев А.К., Нижельский М.С., Колесников С.И. Влияние пирогенного воздействия на биологическую активность чернозема обыкновенного в модельных экспериментах // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №5.
8. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета. – 2012. – 380 с.
9. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Быхалова О.Н. Коричневые почвы заповедника «Утриш» / «Биоразнообразие государственного природного заповедника «Утриш» Т.1.2012. Анапа. 2013. С. 154-163.
10. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд-во РГУ. – 2003. – 204 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТОЛЕРАНТНОСТЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ К УСЛОВИЯМ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ ДОНБАССА

Виноградова Н.А., Попович В.П.
Государственная образовательная организация высшего профессионального образования «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького», г. Донецк, ДНР
Arina0@meta.ua

ENVIRONMENTAL TOLERANCE OF MEDICINAL PLANTS TO THE CONDITIONS OF THE URBANIZED ENVIRONMENT OF DONBASS

Vinogradova N.A., Popovich V.P.
State educational organization of higher professional education "Donetsk national medical university named after M. Gorky", Donetsk, DPR
Arina0@meta.ua

Аннотация. В статье представлены результаты определения содержания биологически активных веществ в цветках *Sambucus nigra* L. и *Tilia cordata* Mill., заготовленных на территории Донецкого региона в условиях различного уровня антропогенной нагрузки. Проанализировано соответствие цветков *T. cordata* и *S. nigra* требованиям нормативной документации по содержанию действующих веществ и их экологическая безопасность.

Ключевые слова: *Sambucus nigra* L., *Tilia cordata* Mill., урбанизированная среда, биологически активные вещества, тяжелые металлы.

Abstract. The article presents the results of determining the content of biologically active substances in the flowers of *Sambucus nigra* L. and *Tilia cordata* Mill., harvested on the territory of the Donetsk region under conditions of various levels of anthropogenic load. The conformity of the flowers of *T. cordata* and *S. nigra* with the requirements of regulatory documentation on the content of active substances and its environmental safety was analyzed.

Keywords: *Sambucus nigra* L., *Tilia cordata* Mill., urban environment, biologically active substances, heavy metals.

В настоящее время наблюдается рост интереса к лекарственным препаратам на основе растительного сырья. Это обусловлено их низкой ценой, широким спектром действия, возможностью длительного применения, низкой токсичностью и меньшей вероятностью побочных эффектов по сравнению с синтетическими препаратами (Оленина и др., 2018). Более 40% фармацевтической продукции в мире производится из лекарственных растений (Карачевская, 2021).

Растительный мир Донбасса представлен более 2 тысячами видов, многие из которых являются лекарственными (Остапко и др., 2019). Поскольку в настоящее время в связи с военными событиями многие промышленные предприятия региона прекратили работу, большое значение имеет большое количество транспорта, высокая плотность населения и степень хозяйственного освоения территории. Все это создает значительную антропогенную нагрузку на растения. Актуальным является анализ возможности использования местных растений Донбасса в лечебной практике.

К фармакопейным видам относятся *Sambucus nigra* L. (Adoxaceae L.) и *Tilia cordata* Mill. (Malvaceae Juss.), их цветки разрешено использовать в официальной медицине (Государственная фармакопея…, 2018). Настои и отвары цветков липы используют в качестве потогонного и противовоспалительного средства. Настой цветков

бузины применяют как потогонное и диуретическое, экстракт входит в состав комплексных лекарственных средств (Новопасит, Синупрет, Кардиофит и др.). Эти виды интересны тем, что благодаря устойчивости к техногенному загрязнению их широко используют для озеленения населенных пунктов (Atkinson, Tkinson, 2002; Ковязин, Лисицына, 2011; Weryszko-Chmielewskaa et al., 2019). Важным является выяснение механизмов формирования их толерантности к условиям урбаносреды.

Ранее нами было показано, что в условиях техногенной среды Донбасса в растениях может значительно изменяться содержание фармакологически ценных метаболитов, т.к. многие из них участвуют в адаптации растений к неблагоприятным факторам среды (Глухов, Виноградова, 2019; Виноградова, 2020; Vinogradova, Glukhov, 2021). Влияние техногенной нагрузки на содержание биологически активных веществ в цветках *T. cordata* и *S. nigra* остается малоизученным. Для *T. cordata* такие исследования проводили только для листьев (Гарифзянов и др., 2010; Чупахина и др., 2012; Олексійченко и др., 2016). Большинство работ, посвященных *S. nigra*, связано с исследованиями ее фармакологической активности (Dawidowicz et al., 2006; Кочикян и др., 2009; Vujanovic et al., 2019). Для нужд фармации используют цветки дикорастущих растений этих видов, возможен их сбор населением в городах. Это обуславливает актуальность оценки лекарственной ценности и безопасности этого растительного материала, заготовленного в условиях урбанизированной среды Донецкого региона.

Целью этой работы было исследовать экологическую толерантность *Sambucus nigra* L. и *Tilia cordata* Mill., произрастающих на Донбассе, и оценить возможность их использования в качестве лекарственных на основании эколого-биологического анализа.

Заготовку цветков проводили на территории Донецкого региона в зонах с различной степенью антропогенного воздействия. За контроль была принята сельская местность вблизи поселка Павлоградское. В качестве зоны умеренной техногенной нагрузки была выбрана искусственная экосистема Донецкого ботанического сада, расположенного на окраине г. Донецка. Зоной сильной техногенной нагрузки считали аллейное насаждение вдоль одной из наиболее крупных автотрасс г. Донецка с интенсивным движением. Для определения содержания биологически активных веществ использовали фармакопейные методы: концентрацию флавоноидов, оксикоричных кислот и антоцианов определяли спектрофотометрически, сахаров и экстрактивных веществ – гравиметрически. Содержание тяжелых металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии (Государственная фармакопея…, 2018). Полученные данные обработаны статистически и представлены в виде средних арифметических значений и их стандартных ошибок.

Нами было выявлено, что в условиях урбанизированой среды в цветках *S. nigra* увеличивается концентрация таких фенольных соединений как флавоноиды и оксикоричные кислоты. Это доказывает участие данных метаболитов в адаптации растений исследуемого вида к техногенной нагрузке и, вероятно, обусловлено их антиоксидантными свойствами и способностью хелатировать ионы тяжелых металлов. Полученные результаты согласуются с литературными данными, свидетельствующими о том, что антиоксидантная активность различных частей бузины обусловлена содержанием фенольных соединений (Dawidowicz et al., 2006; Кочикян и др., 2009; Vujanovic et al., 2019). На фоне этого содержание другой фенольной группы – антоцианов – в условиях техногенной нагрузки достоверно ниже, чем в контроле. Это можно объяснить как подавлением процессов синтеза этих веществ у растений (активизируются участки шикиматного пути биосинтеза, ведущие к образованию флавоноидов и оксикоричных кислот, более эффективных в данных условиях), так и их интенсивным расходованием в защитных реакциях растений.

В цветках *T. cordata* наблюдается изменение содержания флавоноидов и оксикоричных кислот, аналогичное таковому в цветках *S. nigra*. При этом динамика антоцианов отличается – их уровень повышается в условиях техногенной нагрузки. На фоне усиления синтеза перечисленных вторичных метаболитов наблюдается снижение уровня таких первичных метаболитов как сахара.

Интересно сравнить изменение содержания биологически активных веществ в различных частях *T. cordata* под воздействием техногенной нагрузки. Согласно литературным данным содержание антоцианов в листьях *T. cordata* увеличивается в условиях загрязнения аэротехногенными выбросами металлургических предприятий, а также в транспортной зоне по сравнению с контролем (Гарифзянов и др., 2009; Чупахина и др., 2012; Бухарина и др., 2015; Кайгородов, Попова, 2018). Сравнение с нашими данными позволяет сделать вывод, что содержания антоцианов в цветках и листьях *T. cordata* изменяется однонаправлено и, вероятно, является особенностью этого вида.

Согласно действующей нормативной документации Российской Федерации стандартизация цветков *S. nigra* проводится по содержанию суммы флавоноидов в пересчете на рутин (не менее 2%) и экстрактивных веществ, извлекаемых водой (не менее 30 %) (Государственная фармакопея…, 2018). Цветки *S. nigra*, заготовленные на Донбассе, удовлетворяют этим требованием. Наибольшая концентрация действующих веществ выявлена в цветках растений, произрастающих в условиях сильной техногенной нагрузки.

В фармации разрешено использовать цветки липы, в которых содержится не менее 2% восстанавливающих сахаров в пересчете на глюкозу (Государственная фармакопея…, 2018). Несмотря на выявленное снижение уровня сахаров в цветках растений, испытывающих антропогенную нагрузку, все исследуемые нами цветки *T. cordata* соответствуют этим требованиям.

Полученные результаты доказывают качество анализируемых цветков как лекарственного сырья. Однако для анализа возможности их использования в фармации необходимо оценить их экологическую безопасность. Согласно действующей нормативной документации России в лекарственном растительном сырье нормируется содержание таких тяжелых металлов как свинец (не менее 6,0 мг/кг), кадмий (не менее 1,0 мг/кг) и ртуть (не менее 0,1 мг/кг) (Государственная фармакопея…, 2018). Все анализируемые цветки *S. nigra* и *T. cordata* удовлетворяют этим требованиям, даже при заготовке вдоль автотрассы. При этом надо отметить интересную динамику содержания кадмия и свинца в цветках липы: их уровень наибольший в цветках растений, произрастающих на экологически чистой территории. По всей видимости, это связано с уменьшением коэффициента накопления этих токсикантов при повышении их концентрации в почве, что может частично объясняться повышенной концентрацией в цветках низкомолекулярных антиоксидантов.

Выводы. Показана потенциальная возможность использования в фармации растений *Tilia cordata* и *Sambucus nigra,* произрастающих в урбанизированной среде Донецкого региона. Доказано их соответствие требованиям нормативной документации по содержанию действующих веществ и экологическая безопасность по содержанию тяжелых металлов.

Список литературы

1. Бухарина И.Л., Кузьмина А.М., Кузьмин П.А. Особенности содержания танинов в листьях древесных растений в техногенной среде // Химия растительного сырья. 2015. №4. С. 71–76. doi: 10.14258/jcprm.201504711

2. Виноградова Н.А. Анализ экологической толерантности и безопасности Rosa lupulina Dubovik в условиях техногенной среды // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2020. 137. С. 126–132. doi: 10.36305/0513-1634-2020-137-126-132
3. Гарифзянов А.Р., Горелова С.В., Иванищев В.В. Физиологические реакции Tilia cordata Miller. в условиях урбоэкосистемы // Материалы V научно-практической конференции «Урбоэкосистемы: проблемы и перспективы развития». Ишим, 2010. С. 20–21.
4. Глухов А.З., Виноградова Н.А. Фитохимическое изучение и оценка антиоксидантной активности плодов Sorbus aucuparia L. и Sorbus intermedia (Ehrh.) Pers., произрастающих на территории Донецкого региона // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2019. 133. С. 57–64. doi: 10.36305/0513-1634-2019-133-57-64
5. Государственная фармакопея Российской Федерации: Т. II. XIV изд. Москва, 2018. 1449 с.
6. Кайгородов Р.В., Попова Е.И. Содержание минеральных элементов, пигментов и низкомолекулярных антиоксидантов в листьях Tilia cordata Mill. в транспортной зоне урбанизированных экосистем // Вестник Пермского университета. Серия Биология. 2018. Вып. 3. С. 318–324.
7. Карачевская Е.В. Развитие лекарственного растениеводства в контексте мировой глобализации // Проблемы экономики: сборник научных трудов. 2021. №1 (32). С. 33–43
8. Ковязин В.Ф., Лисицына А.А. Липа мелколистная – преобладающая порода в составе зеленых насаждений Санкт-Петербурга // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2011. № 28. С. 174–178.
9. Кочикян А.Т., Ананикян В.В., Ерибекян М.И., Топчян А.В., Ревазова Л.В. Изучение антирадикальной активности некоторых лекарственных и пищевых растений // Медицинская наука Армении НАН РА. 2009. № 3. С. 126–131.
10. Олексійченко Н.О., Ліханов А.Ф., Костенко С.М. Фізіологічний стан асиміляційних органів рослин роду Липа (Tilia L.) в умовах міста Києва // Науковий вісник НЛТУ України. 2016. Вип. 26.7. С. 30–38.
11. Оленина Н. Г., Михеева Н. С., Крутикова Н. М. Особенности экспертизы «польза / риск» лекарственных растительных препаратов: анализ регистрационных досье // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. 2018. №8 (2). С. 84–91. DOI: 10.30895/1991-2919-2018-8-2-84-91
12. Остапко В.М., Приходько С.А., Муленкова Е.Г. Ephedra distachya L. во флоре Донбассе // Новости науки в АПК. 2019. №1 (12). С. 36–40.
13. Чупахина Г.Н., Масленников П.В., Скрыпник Л.Н., Бессережнова М.И. Реакция пигментной и антиоксидантной систем растений на загрязнение окружающей среды г. Калининграда выбросами автотранспорта // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2012. № 2 (18). С. 171–185.
14. Atkinson M.D., Tkinson E.A. Sambucus nigra L. // Journal of Ecology. 2002. № 90. P. 895–923.
15. Vinogradova N.A., Glukhov A.Z. Ecological and phytochemical features of Crataegus fallacina Klokov under conditions of technogenic pollution // Contemporary Problems of Ecology. 2021. Vol 14. P. 90–97. doi: 10.1134/S1995425521010091
16. Dawidowicza A.L., Wianowskaa D., Baraniak B. The antioxidant properties of alcoholic extracts from Sambucus nigra L. (antioxidant properties of extracts) // Food Science and Technology. 2006. Vol. 39, No. 3. P. 308–315.

17. Weryszko-Chmielewskaa E., Piotrowska-Weryszkoa K., Dąbrowska A. Response of Tilia spp. L. to climate warming in urban conditions – Phenological and aerobiological studies // Urban Forestry & Urban Greening. 2019. 43. P. 798–808. doi: 10.1016/j.ufug.2019.126369.
18. Vujanovic M., Majkic T., Zengin G., Beara I., Cvetanovic A., Mahomoodally F.M., Radojkovic M. Advantages of contemporary extraction techniques for the extraction of bioactive constituents from black elderberry (Sambucus nigra L.) flowers // Industrial Crops & Products. 2019. 136. P. 93–101. doi: 10.1016/j.indcrop.2019.04.058.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ В ВОЛЬЕРАХ КУНДРЮЧЕНСКОГО ОХОТХОЗЯЙСТВА

Гобарова А.А.[1,2], Жадобин А.В.[2]
[1] Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
[2] Ростовский-на-Дону зоопарк, г. Ростов-на-Дону, Россия
gobarova@gmail.com

ECOLOGICAL CONDITION OF SOILS IN THE ENCLOSURES OF THE KUNDRUCHENSKY HUNTING GROUND

Gobarova A.A.[1,2], Zhadobin A.V.[2]
[1]Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
[2]Rostov Zoo, Rostov-on-Don, Russia
gobarova@gmail.com

Аннотация. Выпас животных на ограниченной территории способствует изменению почвенных характеристик, отражающих общее экологическое состояние территории. Целью исследования была оценка экологического состояния почв вольеров с животными Кундрюченского охотхозяйства. Для работы были выбраны вольеры с маралами, пятнистыми оленями, ланями и муфлонами, где определяли активность каталазы и содержание гумуса. Выявлено изменение ферментативной активности вследствие влияния животных, а также установлена сильная положительная корреляция между исследуемыми показателями – 0,92. Содержание гумуса оказывает прямое воздействие на создание ферментативной активности почвы путем влияния его на жизнедеятельность почвенных организмов и растений. Полученные результаты отразили влияние животных на экологическое состояние почвенного покрова исследуемой территории.

Ключевые слова: качество почвы, животные, деградация, вытаптывание, биоиндикация, экологическое состояние.

Abstract. Animal grazing in a limited area contributes to changes in soil characteristics, reflecting the overall ecological condition of the area. The aim of the study was to assess the ecological condition of soils in the enclosures with animals of the Kundruchensky game farm. The enclosures with red deer, spotted deer, fallow deer and mouflon were selected for the work, where catalase activity and humus content were determined. A change in the enzymatic activity due to the influence of the animals was found, and a strong positive correlation of 0.92 between the studied indicators was established. The content of humus has direct impact on creation of enzymatic activity of soil by its influence on vital activity of soil organisms and plants. The results obtained reflected the influence of animals on the ecological condition of the soil cover of the study area.

Keywords: soil quality, animals, degradation, trampling, bioindication, ecological state.

Вольерное содержание животных в зоопарках, охотхозяйствах и т. д., а также их выпас на постоянной территории способствует изменениям в свойствах почв, по сравнению с изначальными природными характеристиками (Moret-Fernandez et al., 2021; Oliveira et al., 2021). Основными причинами деградации являются истощение органического вещества и биологического разнообразия, структурная стабильность, эрозия, уплотнение, изменение pH и засоление. Ферменты почв играют роль в обеспечении питательными веществами растений, посредством участия в процессах гумификации и т. д., также они ингибируют фитопатогены, обеспечивая нормальный рост и развитие растений и участвуют в деградации вредных веществ, стимулируя данный процесс (Shaw et al., 2005). Проведенные ранее исследования в вольерах зоопарка подтверждают изменение почвенных свойств под влиянием животных (Kazeev et al., 2021). Целью работы была оценка экологического состояния почв вольеров с животными Кундрюченского охотхозяйства.

Исследования проводились в октябре 2021г. на территории Кундрюченского охотхозяйства (станица Нижнекундрюченская Усть-Донецкого района, Ростовская область) с использованием комплексного подхода и оценкой разных параметров экологического состояния почв. Лабораторно-аналитические исследования выполнены в лабораториях Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского (Казеев и др., 2016). Для исследования были выбраны вольеры с: маралами (*Cervus elaphus sibiricus*), 98 га; пятнистым оленем (*Cervus nippon*), 57 га; ланью (*Dama dama*) и муфлонами (*Ovis gmelini*), 25 га (рис.). Также исследуется вольер без животных на бывшем приусадебном участке, подготовленный для дальнейшего заселения животными. Контрольный участок определен на территории Усть-Донецкого лесничества. Активность каталазы определяли методом А.Ш. Галстяна (1978), содержание гумуса определяли методом Тюрина в модификации Никитина.

Активность каталазы была высокой в вольере с пятнистым оленем, а именно в образце, взятом у кормушки (262% от контроля), самые низкие значения наблюдались в том же вольере, но в образце, взятом в достаточном отдалении от кормушки (31% от контроля). Такие результаты связаны с частой посещаемостью животными места кормления по сравнению с общей территорией. Установлено, что между каталазой, гумусом и влажностью имеется положительная корреляция. Связь каталазы с содержанием гумуса объясняется тем, что в гумусе накоплены основные запасы питательных веществ и биогенных элементов. Роль почвенного гумуса в создании ферментативной активности почвы проявляется путем воздействия его на жизнедеятельность почвенных организмов и растений (Воронин и др., 2006). Изменение содержания гумуса в изучаемых почвах почти полностью повторяет изменение каталазной активности. Это говорит о тесной взаимозависимости между ними, коэффициент корреляции составил 0,92.

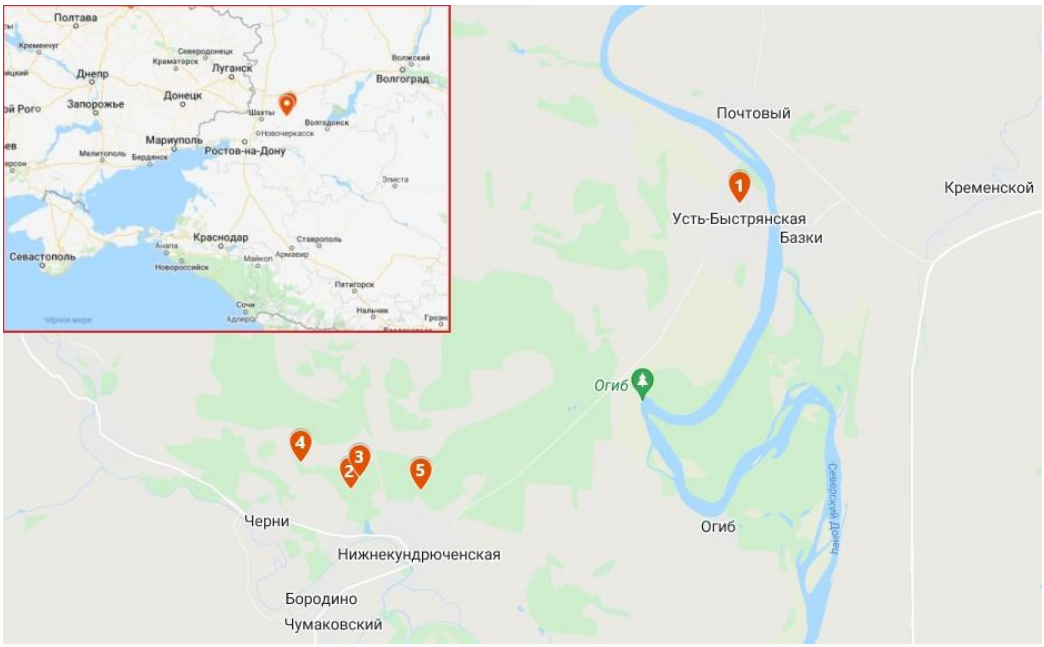


Рисунок. Исследуемые вольеры охотхозяйства:
1 – пустой вольер; 2 – маралы; 3 – пятнистый олень; 4 – лань; 5 – контрольный участок

Данные результаты позволили диагностировать изменение экологического состояния почв в вольерах с высокой нагрузкой из-за содержащихся в них животных.

Исследование выполнено при государственной поддержке ведущей научной школы РФ (НШ-449.2022.5).

Список литературы

1. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. 356 с.
2. Kazeev K., Zhadobin A., Gobarova A., Fedorenko A., Kolesnikov S. Assessment of ecological state of Rostov zoo soil // Eurasian Journal of Soil Science. 2021, 10 (2). P.87-95.
3. Moret-Fernández D., Arroyo A. I., Herrero J., Barrantes O., Alados C. L., Pueyo Y. Livestock grazing effect on the hydraulic properties of gypseous soils in a Mediterranean region //CATENA. – 2021. – Т. 207. – С. 105697.
4. Oliveira A. F. N. et al. Long-term effects of grazing on the biological, chemical, and physical soil properties of the Caatinga biome //Microbiological Research. – 2021. – С. 126893.
5. Shaw L.J., Burns R.G. Enzyme Activity Profiles and Soil Quality. In Microbiological methods for assessing soil quality / edited by Jaap Bloem, David W. Hopkins, and Anna Benedetti. CAB International. 2005. – P. 158-183.

ДИНАМИКА ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ГОРОДЕ РОСТОВЕ-НА-ДОНУ (1991-2020 ГГ.)[1]

Гудко В.Н.[1], Усатов А.В.[1], Азарин К.В.[1]
[1] Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, Россия
Gudko.1985@mail.ru

DYNAMICS OF HYDROTHERMAL CONDITIONS IN THE CITY ROSTOV-ON-DON (1991-2020)

Gudko V.N.[1], Usatov A.V.[1], Azarin K.V.[1]
[1] Ivanovsky Academy of Biology and Biotechnology, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Аннотация. В исследовании на основании многолетних климатических данных по метеорологической станции Ростов-на-Дону в период 1991-2020 гг. были оценены тенденции гидротермических условий. Гидротермический коэффициент Селянинова и коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова использовались в качестве показателей, характеризующих гидротермические условия. В период 1991-2020 гг. для значений гидротермического коэффициента и коэффициента увлажнения отмечены тенденции снижения, что может свидетельствовать об аридном потеплении и смещению гидротермических условий в Ростове-на-Дону к более засушливым. Среднее за исследуемый период значение гидротермического коэффициента составило 0.80, а коэффициента увлажнения составило 0.53, что соответствует природной зональности типичной степи или степи соответственно.

Ключевые слова: Ростов-на-Дону, гидротермический коэффициент, коэффициент увлажнения, климатические тенденции, аридное потепление.

Abstract. In a study based on long-term climatic data for the Rostov-on-Don meteorological station in the period 1991-2020. trends in hydrothermal conditions were assessed. The Selyaninov hydrothermal coefficient and the Vysotsky-Ivanov moisture coefficient were used as indicators characterizing the hydrothermal conditions. In the period 1991-2020. for the values of the hydrothermal coefficient and the coefficient of moistening, a downward trend was noted, which may indicate an arid warming and a shift in hydrothermal conditions in Rostov-on-Don to more arid ones. The average value of the hydrothermal coefficient for the study period was 0.80, and the moisture coefficient was 0.53, which corresponds to the natural zonality of a typical steppe or steppe, respectively.

Keywords: Rostov-on-Don, hydrothermal coefficient, moisture coefficient, climate trends, arid warming.

Гидротермические условия окружающей среды, определяемые как соотношение тепла и влаги, в значительной степени определяют состояние и развитие наземных экосистем. Поэтому изучение характера гидротермических условий территории и их возможных изменений является важной задачей. Исследования показывают, что для территории Северного Кавказа в целом отмечается смещение характера гидротермических условий к более засушливым (Братков и др., 2021).

Для территории Южного федерального округа характерен значительный рост температур и, как следствие теплового обеспечения, тогда как тенденции режима увлажнения неоднозначны (Шумова, 2020; Gudko et al., 2021a). В результате характер изменения гидротермических условий в различных частях неоднороден. Так, применительно к Ростовской области, ранее нами было показано, что для восточной части

региона характерно гумидное, а центральной и южной частей (включая Ростов-на-Дону) аридное потепление (Gudko et al., 2021b). Примечательно также, что рост температур в регионе значительно ускорился в последние десятилетия. В таких условиях характер гидротермических условий в Ростове-на-Дону может сместиться к еще более засушливым. В настоящем исследовании на основании актуальных метеорологических данных мы оцениваем динамику гидротермических условий в Ростове-на-Дону.

Материалами нашего исследования были суточные климатические данные средней температуры и осадков для метеорологической станции Ростов-на-Дону за базовый период 1991-2020 гг., полученные из Всемирного центра данных Российского исследовательского института гидрометеорологической информации (ВНИИГМИ-МЦД) (Булыгина и др., 2019). В качестве величин, характеризующих гидротермические условия, широко используются условные количественные климатические показатели. Для расчета таких показателей достаточно располагать данными о температуре и осадках, что является их большим преимуществом. При этом, для большей достоверности описания гидротермических условий конкретной территории оперируют сразу несколькими количественными показателями (Shumova, 2021). В нашем исследовании нами также были использованы условные количественные климатические показатели: Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) и коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова (КУ).

Гидротермический коэффициент Селянинова определяется как отношение суммы осадков за период со среднесуточными температурами воздуха выше 10℃, к сумме среднесуточных температур воздуха за аналогичный период, уменьшенное в 10 раз. Согласно значениям ГТК традиционно выделяется семь природных зон, представленных в таблице 1 (Селянинов, 1958). Коэффициент увлажнения Высоцкого-Иванова определяется как отношение количества осадков к потенциальной величине суммарного испарения в экосистеме за год. В нашем исследовании величина испарения определена как сумма среднесуточных положительных температур, умноженное на поправочный коэффициент $\alpha = 0.28$ (Shumova, 2021). Согласно значениям КУ Н.Н. Иванов (1941) выделял пять природных зон (таблице 2).

В период 1991-2020 гг. для межгодовой динамики значений ГТК (Рисунок 1) и КУ (Рисунок 2) отмечена незначительная отрицательная тенденция, что свидетельствует о смещении характера гидротермических условий в Ростове-на-Дону к более засушливым.

Таблица 1. Значения гидротермического коэффициента Селянинова по природным зонам.

Природная зона	Гидротермический коэффициент
Тайга	> 1.6
Тайга и лиственные леса	1.6-1.3
Лесостепь	1.3-1.0
Типичная степь	1.0-0.7
Степь на южных черноземах и каштановых почвах	0.7-0.4
Полупустыня	0.4-0.2
Пустыня	< 0.2

Таблица 2. Значения коэффициента увлажнения Высоцкого-Иванова по природным зонам.

Природная зона	Коэффициент увлажнения
Лесная зона	1.0-1.5
Лесостепь	0.6-1.0
Степь	0.3-0.6
Полупустыня	0.1-0.3
Пустыня	< 0.1

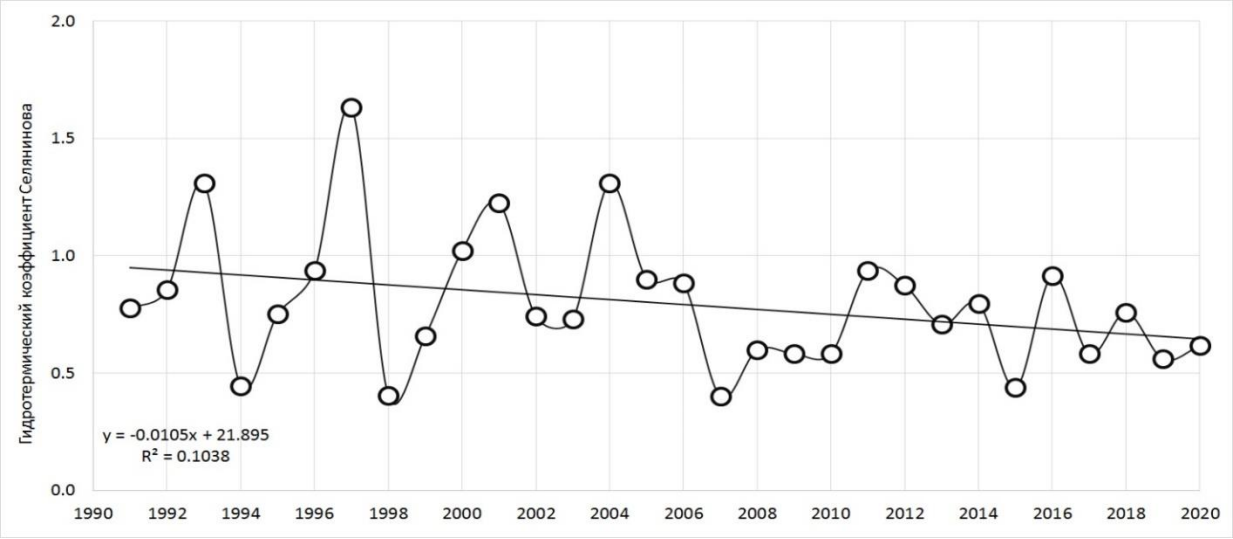


Рисунок 1. Динамика гидротермического коэффициента по метеостанции Ростов-на-Дону в 1991-2020 гг.

Среднее за исследуемый период значение ГТК составило 0.80, а КУ составило 0.53, что в принятой классификации соответствует природной зональности типичной степи или степи соответственно.

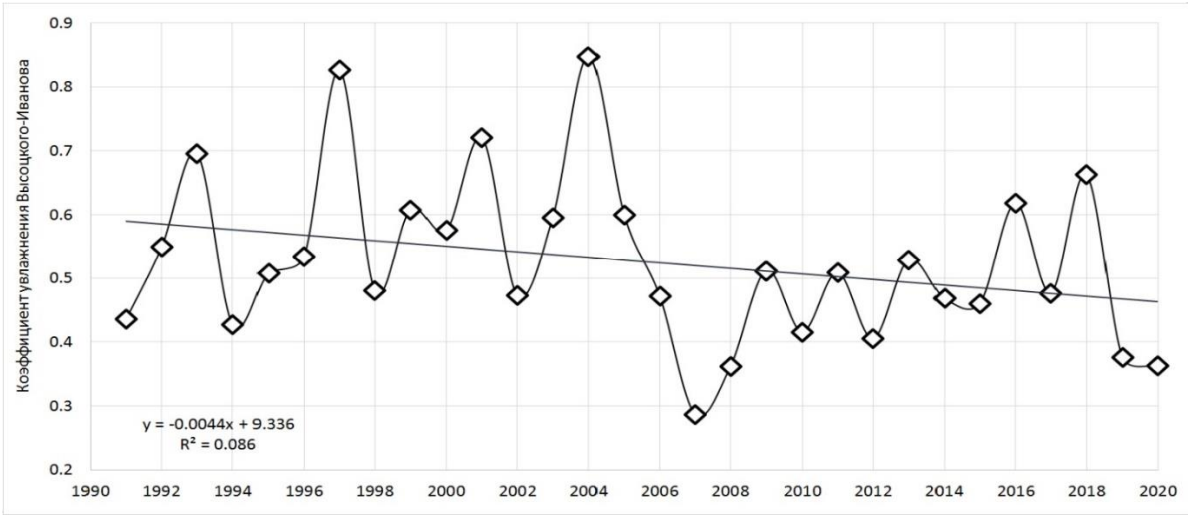


Рисунок 2. Динамика коэффициента увлажнения Высоцкого-Иванова по метеостанции Ростов-на-Дону в 1991-2020 гг.

В период 1991-2020 гг. значения ГТК на метеостанции Ростов-на-Дону варьировало от минимального 0.40 в 2007 году и до максимального 1.63 в 1997 году. Согласно таблице 1 диапазон изменений ГТК за исследуемый период соответствует природной зональности от полупустыни до тайги. Размах значений КУ в период 1991-2020 гг. варьировал от минимального 0.29 в 2007 году и до максимального 0.85 в 2004 году. Согласно таблице 2 диапазон изменений КУ соответствует природной зональности от полупустыни до лесостепи.

Межгодовое распределение значений ГТК на метеостанции Ростов-на-Дону в период 1991-2020 гг. в большинстве случаев соответствовало зоне типичной степи (47%) и реже степи на южных черноземах и каштановых почвах (33%). Значение КУ за аналогичный период в большинстве также соответствовало природной зоне степи (73%). Примечательно, что значений показателей ГТК и КУ, соответствующих зоне пустыни за исследуемый период отмечено не было. Полученные тенденции значений климатических показателей ГТК и КУ для метеорологической станции Ростов-на-Дону в период 1991-2020 гг. свидетельствуют об аридном потеплении.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания в области научной деятельности (№ 0852-2020-0029).

Список литературы

1. Братков В.В., Савинова С.В., Клюшин П.В., Керимов И.А., Бекмурзаева Л.Р. Картографирование современной изменчивости агроклиматических условий Северного Кавказа // Юг России: экология, развитие. 2021. № 4(61). С. 173–181.
2. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Александрова Т.М. «Описание массива данных суточной температуры воздуха и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (TTTR)». 2019. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014620942 [Электронный ресурс http://meteo.ru/data/162-temperature-precipitation#описание-массива-данных (дата обращения 27.02.2022)].
3. Иванов Н.Н. Зоны увлажнения земного шара // Изв. АН СССР. Серия география и геофизика. 1941. №. 3. С. 15.
4. Селянинов Г.Т. Принципы агроклиматического районирования СССР // Вопросы агроклиматического районирования СССР. М. 1958. МСХ СССР. С. 7–14.
5. Шумова Н.А. Анализ климатических условий в Республике Калмыкия за 1966-2017 гг // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. №3(84). С. 23–29.
6. Gudko V, Usatov A, Ioshpa A, Denisenko Y, Shevtsova V, Azarin K. Agro-climatic conditions of the Southern Federal District of Russia in the context of climate change. Theor Appl Climatol. 2021a. №145. P. 989–1006. https://doi.org/10.1007/s00704-021-03677-y
7. Gudko VN, Usatov AV, Azarin KV. Analysis of Hydrothermal Conditions in the Rostov Region in the Period 1960–2019. Arid Ecosyst. 2021b. №11. P.337–342. https://doi.org/10.1134/S2079096121040156
8. Shumova N.A. Quantitative Climate Indicators Applied to the Assessment of Hydrothermal Conditions in the Republic of Kalmykia. Arid Ecosyst. 2021. №11. P. 327–336. https://doi.org/10.1134/S2079096121040120

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ДЕГИДРОГЕНАЗ В СЕРОПЕСКАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ, МЕТАЛЛОИДАМИ И НЕМЕТАЛЛАМИ

Евстегнеева Н.А., Колесников С.И.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
evstegneeva@sfedu.ru

CHANGES IN THE DEHYDROGENASES ACTIVITY IN THE ROSTOV REGION HAPLIC ARENOSOLS EUTRIC UNDER POLLUTION WITH HEAVY METALS, METALLOIDS AND NON-METALS

Evstegneeva N.A, Kolesnikov S.I.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
evstegneeva@sfedu.ru

Аннотация. В статье дана оценка закономерности изменения активности дегидрогеназ в черноземе супесчаном (серопесках) Ростовской области в зависимости от содержания загрязняющих веществ (тяжелых металлов, металлоидов и неметаллов). Загрязнение моделировали в лабораторных условиях. Тяжелые металлы и металлоиды вносили в форме оксидов в размере 10 и 100 мг элемента/кг почвы. В результате исследования было установлено, что активность дегидрогеназ в чернозем супесчаном была ингибирована при внесении всех загрязняющих химических элементов по сравнению с контролем. Как правило, снижение значений активности дегидрогеназ происходило в прямой зависимости от количества загрязняющего вещества. Наибольший негативный эффект на активность дегидрогеназ оказали серебро, ртуть, ванадий и селен.

Ключевые слова: загрязнение, чернозем, биотестирование, нормирование, тяжелые металлы, металлоиды, неметаллы.

Abstract. The article cases the regularity of the change in the dehydrogenase's activity in Haplic Arenosols Eutric of the Rostov region, depending on the pollutants content (heavy metals, metalloids, and non-metals). Pollution was modeled in laboratory conditions. Heavy metals and metalloids were introduced in the form of oxides at a rate of 10 and 100 mg of element/kg of soil. As a result of the study, it was found that the dehydrogenases activity in Haplic Arenosols Eutric was inhibited when all polluting chemical elements were introduced in comparison with the control. As a rule, the decrease in the dehydrogenase activity values occurred in direct proportion to the pollutant amount. Silver, mercury, vanadium, and selenium had the greatest negative effect on dehydrogenases activity.

Keywords: pollution, black soil, biotesting, hazard, rationing, heavy metals, metalloids, non-metals.

На Юге России выделяют широкий спектр разновидностей почв, каждая из которых уникальна по биологическим, физическим и химическим свойствам, почвообразовательным процессам. В Ростовской области 220 тысяч гектар занимают пески и своеобразные почвы, приуроченные к ним (Вальков, 2008). Для нужд сельского хозяйства распахивают серопески или чернозем супесчаный. На этих почвах выращивают кормовые и бахчевые культуры.

Чернозем супесчаный, как и многие почвы, подвергается активной антропогенной нагрузке. Из-за накопления в почве различных химических веществ и их соединений происходит деградация ее биологической активности и плодородия.

Из природных и антропогенных источников в почвы попадают тяжелые металлы, металлоиды и неметаллы. Их соединения накапливаются в почвенном покрове из-за неправильной утилизации промышленных и бытовых отходов, разливов во время промышленной эксплуатации, чрезмерного использования агрохимикатов, горнодобывающих и плавильных работ (Antoniadis et al., 2019).

Несмотря на то, что в небольших концентрациях некоторые тяжелые металлы, металлоиды и неметаллы (например, Mn, Co, Cu, F, Fe, Ni, Se, Zn) являются жизненно необходимыми для растений и живых организмов (Aendo et al., 2018, Chakraborty et al., 2019), их накопление в почвенной толще в течение долгих лет приводит к превышению предельно допустимых уровней. Высокие концентрации соединений этих элементов в почве оказывают постоянное негативное воздействие на почвенную экосистему и являются токсичными для живых организмов и человека (Rinklebe et al., 2019).

Определение закономерностей изменения биологической активности загрязненных почв, а также опасности химических веществ и их соединений является важным инструментом оценки потенциального воздействия на живые организмы и экосистемы. Несмотря на повсеместное распространение загрязнения, определение степени опасности химических элементов по влиянию на состояние почвы, сегодня является актуальным вопросом, так как до сих пор нет однозначного мнения ученых относительно их разделения в группы опасности.

Экологическое состояние почв целесообразно определять по показателям, которые являются наиболее чувствительными и информативными по сравнению с другими (Kolesnikov et al., 2019). К таким показателям, первыми реагирующим на антропогенное загрязнение, относят ферментативная активность, в том числе активность дегидрогеназ. Дегидрогеназы (субстрат:НАД(Ф)-оксидоредуктазы) катализируют окислительно-восстановительные реакции путем дегидрирования органических веществ.

Цель данной работы - исследовать закономерности изменения активности дегидрогеназ в серопесках (черноземе супесчаном) Ростовской области в зависимости от содержания загрязняющих веществ (тяжелых металлов, металлоидов и неметаллов).

Объект исследования: серопески (чернозем супесчаный или чернозем слабодифференцированный супесчаный), Haplic Arenosols Eutric отбирали в Ростовской области, Усть-Донецком районе, на южном въезде в станицу Верхнекундрюченскую. Место отбора: пашня, на поверхности стерня озимой пшеницы.

Для достижения цели провели ряд модельных опытов, для которых использовали пахотный слой чернозема супесчаного. Выбор верхних 10 см почвенного слоя для модельного опыта был связан с тем, что основная часть загрязняющих веществ закрепляется в гумусовых горизонтах.

Исследовали загрязнение почвы 28 химическими элементами (тяжелыми металлами, неметаллами и металлоидами). Для модельного опыта использовали оксиды элементов, так как, загрязнение почвы тяжелыми металлами и металлоидами обычно происходит в форме оксидов (Dutta et al., 2020), а также с целью, исключения воздействия на показатели почвы сопутствующих анионов, как это бывает при внесении солей: Ag_2O, B_2O_3, Bi_2O_3, CdO, CoO, CuO, Ga_2O_3, Ge_2O_3, HgO, MnO_2, MoO_3, NbO_2, Ni_3O_4, PbO, Sb_2O_5, Sc_2O_3, SeO_2, SnO, SrO, TeO_2, Tl_2O_3, V_2O_5, WO_2, Y_2O_3, Yb_2O_3, ZnO. Исключение представлено для соединения фтора представленного фторидом натрия – NaF, так как эта форма чаще всего присутствует в загрязненной среде.

Изучали влияние 10 и 100 мг химического элемента на кг почвы, так как на дозах менее 10 мг/кг большинство исследуемых химических элементов не проявили бы токсичность, а при дозе более 100 мг/кг проявили бы слишком высокую токсичность.

Для проведения эксперимента образцы почвы (массой 300 г) инкубировали в вегетационных сосудах (350 мл) при комнатной температуре (+20-22°С) и с поддержанием весовой влажности почвы на уровне 25% в трехкратной повторности в течение 10 суток.

Лабораторно-аналитические исследования были выполнены с использованием общепринятых в почвоведении методов (Казеев и др., 2016). Активность дегидрогеназ определяли по методике А.Ш. Галстяна в модификации Ф.Х. Хазиева (1990).

Результаты исследования представлены на рисунках (рис. 1 и 2).

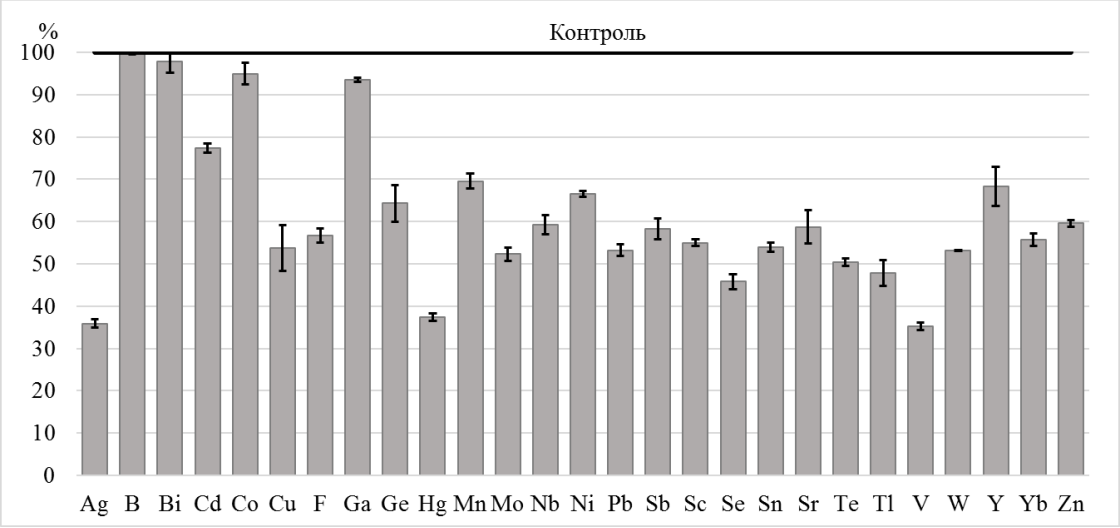


Рисунок 1. Изменение активности дегидрогеназ в серопесках (черноземе супесчаном) при загрязнении тяжелыми металлами, металлоидами и неметаллами в концентрации 10 мг/кг, % от контроля

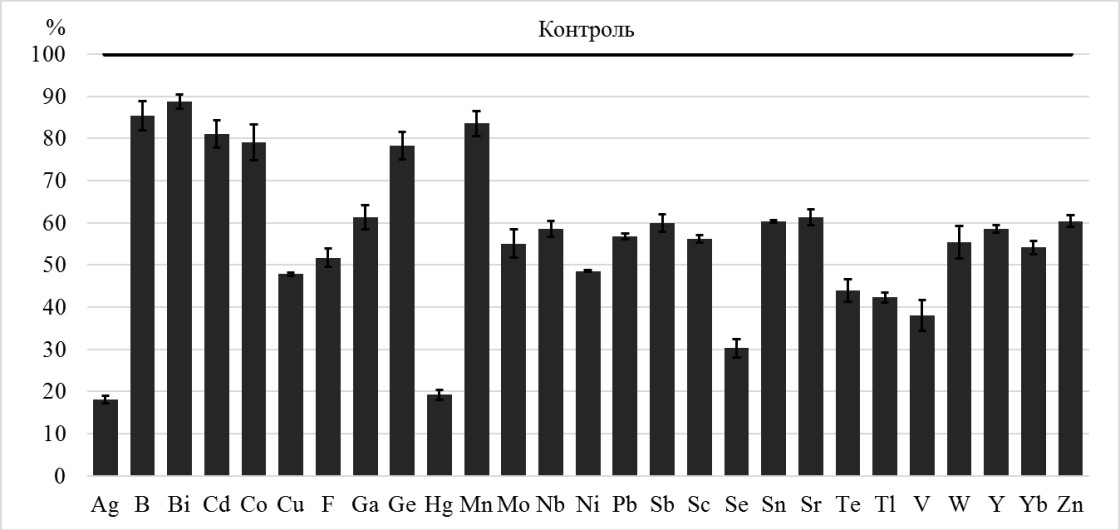


Рисунок 2. Изменение активности дегидрогеназ в дегидрогеназ в серопесках (черноземе супесчаном) при загрязнении тяжелыми металлами, металлоидами и неметаллами в концентрации 100 мг/кг, % от контроля

В результате исследований установили, что активность дегидрогеназ в серопесках (черноземе супесчаном) была ингибирована при внесении химических элементов по сравнению с контролем. Как правило, снижение значений активности дегидрогеназ происходит в прямой зависимости от количества загрязняющего вещества.

Наибольший токсический эффект на активность дегидрогеназ при внесении 10 мг химических элементов на кг почвы вызвали ванадий, серебро, и ртуть – на 55–67% ниже относительно контроля. Вольфрам и цинк оказали самый низкий токсический эффект на активность дегидрогеназ. Наиболее устойчивыми оказались бор и висмут. При повышении дозы загрязняющих веществ до 100 мг/кг почвы активность фермента снижалась сильнее, чем при внесении 10 мг. Наибольший негативный эффект на активность дегидрогеназ также оказали серебро, ртуть и ванадий, а также селен.

Схожие результаты были получены при изучении влияния на биологическую активность чернозема обыкновенного карбонатного, характеризующегося тяжелосуглинистым гранулометрическим составом (Евстегнеева и др. 2021, Kolesnikov et al., 2022).

Представляется актуальной дальнейшая работа по оценке экотоксичности химических элементов для серопесоков (чернозема супесчаного) по другим биологическим показателям. А также определение классов опасности тяжелых металлов, металлоидов и неметаллов по влиянию на состояние почвы.

Благодарность

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22–24 01041 в Южном федеральном университете.

The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation No. 22-24-01041 at the Southern Federal University

Список литературы

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы юга России: генезис, география, классификация, использование и охрана. Ростов н/Д: Изд-во «Эверест», 2008. 276 с.
2. Евстегнеева Н.А., Ткачева М.С., Лагодич В.Д., Канаканиди Е.К., Тищенко А.С., Томоян Т.М., Чепко Д.С., Колесников С.И. Изменение активности дегидрогеназ в черноземе обыкновенном при загрязнении тяжелыми металлами, металлоидами и неметаллами // Актуальные проблемы экологии и природопользования:сборник материалов. Издательство Южного федерального университета, 2021. С. 31-35.
3. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.С., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем // Изд-во Южный федеральный университет (Ростов-на-Дону), 2016. 356 с.
4. Aendo, P., Netvichian, R., Viriyarampa, S., Songserm, T., Tulayakul, P. Comparison of zinc, lead, cadmium, cobalt, manganese, ron, chromium and copper in duck eggs from three duck farm systems in Central and Western, Thailand // Ecotoxicology and environmental safety. 2018. Vol.161. P. 691–698.
5. Antoniadis V., Shaheen, S. M., Levizou, E., Shahid, M., Niazi, N. K., Vithanage, M., Rinklebe, J. A critical prospective analysis of the potential toxicity of trace element regulation limits in soils worldwide: Are they protective concerning health risk assessment? - A review // Environment international. 2019. Т. 127. С. 819-847.
6. Chakraborty S., Li B., Weindorf D.C., Deb S., Acree A., De P., Panda P. Use of portable X-ray fluorescence spectrometry for classifying soils from different land use land cover systems in India // Geoderma. 2019. Vol.338. P.5–13.
7. Dutta, S., Datta, A., Zaid, A., & Bhat, J. A. Metalloids and Their Impact on the Environment // Metalloids in Plants: Advances and Future Prospects. 2020. С. 19-26.

8. Kolesnikov S. I., Kazeev K. S., Akimenko Y. V. Development of regional standards for pollutants in the soil using biological parameters // Environmental monitoring and assessment. 2019. Т. 191. №. 9. С. 1-10.
9. Kolesnikov, S., Minnikova, T., Kazeev, K., Akimenko Y, Evstegneeva N. Assessment of the Ecotoxicity of Pollution by Potentially Toxic Elements by Biological Indicators of Haplic Chernozem of Southern Russia (Rostov region). Water Air Soil Pollut 233, 18 (2022). https://doi.org/10.1007/s11270-021-05496-3
10. Rinklebe J, Antoniadis V, Shaheen SM, Rosche O, Altermann M. Health risk assessment of potentially toxic elements in soils along the Central Elbe River, Germany // Environment international. 2019. Т. 126. С. 76-88.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОШКОЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Иванова А.Д., Францева Т.П.
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия
nash.mir54789@yandex.ru

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE CONSTRUCTION OF A PRESCHOOL INSTITUTION ON THE ENVIRONMENTAL STATE OF THE ENVIRONMENT

Ivanova A.D., Franceva T.P.
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, Krasnodar, Russia
nash.mir54789@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматриваются основные факторы строительных операций при возведении детского сада, потенциальное воздействие которых может отражаться на окружающей среде, привносить ее структурные и качественные изменения. Возможное влияние деятельности по строительству рассматривается как многокомпонентный фактор антропогенной нагрузки на урбанизированную территорию и тесно связан не только с состоянием естественной природной структуры, но и во взаимосвязи того состояния с воздействием на здоровье человека в частности. Критериями, обобщающим нормальные экологические условия среды обитания, являются юридические нормативы и постановления качества окружающей среды и нормативы предельно допустимых воздействий на среду в процессе строительства и прочих антропогенных воздействиях, которые в большинстве своем наиболее полно отражены в Федеральных законах страны, в частности, в №7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

Ключевые слова: строительство, антропогенное влияние, окружающая среда, экологическое состояние, окружающая среда.

Abstract. The article discusses the main factors of construction operations during the construction of a kindergarten, the potential impact of which can affect the environment, bring its structural and qualitative changes. The possible impact of construction activities is considered as a multicomponent factor of anthropogenic load on an urbanized area and is closely related not only to the state of the natural structure, but also in the relationship of that state with the impact on human health in particular. The criteria summarizing the normal environmental conditions of the habitat are legal standards and environmental quality regulations and standards of maximum permissible environmental impacts during construction and other anthropogenic impacts, which are mostly most fully reflected in the Federal Laws of the country, in particular, in No. 7-FZ "On Environmental Protection".

Keywords: construction, anthropogenic impact, environment, ecological condition, environment.

На сегодняшний день существует широкое многообразие факторов загрязнения окружающей среды. Одним из наиболее распространенных является процесс строительства в виду своего колоссального воздействия на различные компоненты природы. В зависимости от динамики антропогенного воздействия на составляющие природной среды изменяется благосостояние окружающей среды и здоровье человека, что вызывает экологические проблемы в критических случаях [1, 2]. Нерациональные организационные решения или использование совершенных технологий приводят к динамике антропогенного воздействия на компоненты окружающей среды, что может привести к потере способности к самовосстановлению или самовосстановлению и, как следствие, к ухудшению состояния окружающей среды.

Общая тенденция строительных операций как одной из составляющих и незаменимых компонентов процесса урбанизации нуждается в обоснованном и разноплановом рассмотрении. Однако, в относительно недавнем прошлом главенствующей задачей строительной деятельности являлась динамика становления антропогенной среды, рассматривающей развитие условий обитания человека и их модернизация как неотъемлемой части деятельности [2]. Антонимичное воздействие строительных операций на среду обитания и урбанизированной территории на естественную среду в полной мере обособленно рассматривается достаточно недавно. Стоит отметить, что деятельность по возведению зданий и сооружений социального и промышленного назначения является одной из ведущих факторов влияния на естественную природную среду [3, 4].

Строительная деятельность в целом, а также строительство социальных учреждений (дошкольных учреждений) в частности определяет высокий спрос на широкий спектр ресурсов. К последними свободно можно отнести разнообразные строительные материалы, энергетические и гидрологические ресурсы, получение которых тесно связано с процессами природопользования, осуществление которых носит чаще всего негативный характер и значительно угнетает естественное многообразие биологических ресурсов, а также отрицательно отражается на среде обитания в целом [5].

Серьезные нарушения естественной среды при строительстве дошкольных учреждений (малоэтажных или среднеэтажных) и общее угнетение среды обитания имеют тесную взаимосвязь с осуществлением строительных операций на площадке работ [1]. К ряду наиболее распространенных воздействий относят:

- демонтаж существующих зданий и сооружений (если таковые имеют место быть на планируемой площадке. Процесс очистки территории сопровождается процессами, значительно загрязняющими окружающую среду мелкодисперсными веществами и дополнительными отходами;
- осуществление литологических работ;
- применение строительных материалов;
- использование нетипичных и устаревших технологий строительства;
- ведение работ с использованием неисправного или непрошедшего проверки оборудования и объектов технического обеспечения;
- несоблюдение техники безопасной эксплуатации строительных машин и прочих транспортных средств, задействование которых предусматривается конкретным проектом.

Для оценки воздействия строительных процессов на окружающую среду для каждого отдельного объекта разрабатывается программа мониторинга окружающей среды [1, 3]. Необходимо правильно выбрать места и точки, где будут выделяться изученные

компоненты природной среды. Поэтому перед разработкой программы мониторинга окружающей среды определяются места возможных источников распространения вредных веществ на территории предполагаемого строительства и направление их миграции.

Основным фактором воздействия на земли и почвы территорий производства работ является непосредственная нагрузка на естественные ландшафты и общее загрязнение территории, выделенной под осуществление строительных операций и возведение планируемого сооружения [1, 3]. Процесс нарушения начинается снятием потенциально плодородного слоя почва и комплексной расчистки территории строительства.

Основными источниками возможного воздействия на гидросферу при строительстве дошкольного учреждения могут быть сточные воды, образовавшиеся на строительных площадках, канализации, станции мойки колес строительной техники, в том числе автомобилей, перемещающихся со строительных площадок.

Для определения влияния строительных работ на загрязнение атмосферного воздуха определяются источники выбросов загрязняющих веществ на различных стадиях строительства (выбросы в атмосферу, выбросы от строительной техники и транспортных средств).

Оценка воздействия осуществляется путем взятия проб атмосферного воздуха с целью последующего обнаружения вредных веществ и измерения их концентрации на границах строительных площадок. При разработке строительного проекта с учетом работы строительной техники вблизи жилого комплекса обеспечивается регулярное измерение уровня шума. Все точки отбора проб выбираются с учетом изменений рельефа местности, усиления ветров и локализации потенциальных выбросов загрязняющих веществ, связанных с топографией строительных площадок геодезическими методами.

На сегодняшний день широко применяется ряд мер, направленных на снижение потенциально опасных выбросов, привнесение которых в окружающую среду рассматривается как фактически возможным при осуществлении деятельности по строительству зданий и сооружений (в том числе дошкольных учреждений с сопутствующими конструкциями). К таковым относят:

- своевременное обслуживание и качественный ремонт оборудования и техники, использование которых предусмотрено проектом реализации деятельности;
- строгое соблюдение границ площадки строительства и территорий, отводимых во временное пользование на период осуществление деятельности;
- применение технологичных решений эксплуатации оборудования и техники в малошумном и низкоуглеродистом режиме;
- четкий контроль за использованием технического оснащения и своевременное отключение неиспользуемой в текущем этапе строительства техники;
- на уровне выхлопных газов и выбросов выхлопных газов производственной базы строительной организации следует контролировать использование соответствующих технологий, инструментов и оборудования;
- обоснованное соблюдение периодичности технических осмотров всех единиц специализированных технических средств, включая показатели токсичности вырабатываемых соединений и уровень задымленности для урбанизированных территорий;
- оперативное выявление и исправление несоответствий требованиям нормативной документации и основных государственных стандартов.

Таким образом, важно отметить, что область строительства относится к одной из важнейших сфер современной человеческой жизни. Помимо строительства домов, обеспечивающих жильем большое количество людей, эта отрасль хозяйствования предполагает создание инфраструктуры населенных пунктов, прокладку различных видов

коммуникаций, увеличение количества промышленных, сельскохозяйственных и военных объектов, реконструкцию гидроэлектростанций и строительство гидротехнических сооружений и т. д. В соответствии с вышеперечисленным, строительство и связанные с ним действия оказывают прямое влияние на окружающую среду, и это влияние полноправно можно назвать резко отрицательным.

Список литературы

1. Стрельников В.В., Прикладная экология / В.В. Стрельников, Г.П. Гудзь, Д.С. Скрипник, А.Г. Сухомлинова, Е.В. Суркова, Т.П. Францева, И.В. Хмара, Н.В. Чернышева. – Краснодар: Издательский дом – Юг, 2012. – 451 с. 3.
2. Стрельников В. В. Социальная экология: учебник / В. В. Стрельников, Т. П. Францева. – Краснодар: Издательский дом -Юг, 2012. – 216 с.
3. Кусяпкулова А.А. Культура потребления в свете экологических проблем / А.А. Кусяпкулова, Я Осепян, Т.П. Францева // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения. Сборник научных трудов по материалам Межд. науч. экологической конференции, посвященной Году науки и технологий. Краснодар, 2021, - С. 738 – 740.
4. Черняева А.А. Экологические аспекты дизайна городской среды / А.А. Черняева, Я Осепян, Т.П. Францева // Российская цивилизация в эпоху глобальной эволюции: обеспечение безопасности и поиск путей решения проблем в условиях меняющегося миропорядка. Сборник трудов по материалам I Межд. научно-практ. конференции студентов, аспирантов, преподавателей. Армавир, 2021. – С. 174-177.
5. Ларкин И.В. Оценка экологического состояния городской среды посредством методов визуальной экологии / И.В. Ларкин, Т.П. Францева // Экологические аспекты развития мировой цивилизации. Материалы Межд. научно-практ. конференции студентов, аспирантов, преподавателей. Кубанский государственный технологический университет, 2017. Армавир: РИО АГПУ, 2017. - С. 153 - 157.

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ СОЕДИНЕНИЯМИ ПЛАТИНЫ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

Кабакова В.С., Колесников С.И., Тимошенко А.Н.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
murugina97@mail.ru

CHANGES IN THE TOTAL NUMBER OF BACTERIA DURING POLLUTION WITH PLATINUM COMPOUNDS OF ORDINARY CHERNOZEM

Kabakova V.S., Kolesnikov S.I., Timoshenko A.N.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
murugina97@mail.ru

Аннотация. Имеются убедительные доказательства увеличения загрязнения почв элементами платиновой группы (ЭПГ), в частности платиной (Pt) из катализаторов выхлопных газов автомобилей в придорожных почвах. Однако знания о влиянии загрязнения Pt на почвенные процессы очень ограничены.

Для оценки биологического состояния почв изучена общая численность бактерий. В ходе исследования установлено, что показатели биологической активности значительно снижались под влиянием загрязнения почвы платиной. Кроме того, отмечено, что степень

угнетения биологических свойств зависит от дозы платины в почве. Причем форма соединения не оказывает существенного влияния на полученный результат.
Ключевые слова: платина, общая численность бактерий, чернозем обыкновенный.

Abstract. There is strong evidence the increasing contamination of soils with platinum group elements (PGE), in particular with platinum (Pt) from vehicle exhaust catalysts in roadside soils. However, the knowledge of the Pt pollution effect on soil processes is very limited.

To assess the biological state of soils the total number of bacteria have been studied. The study showed that the indicators of biological activity greatly were reduced under the influence of soil contamination with platinum. In addition, it was established that the degree of suppression of biological properties depends on the dose of platinum in the soil. Moreover, the form of the compound has no significant effect on the result obtained.
Keywords: platinum, total number of bacteria, ordinary chernozem.

В настоящее время установлено, автомобильная промышленность является основным источником загрязнения окружающей среды платиной (Diong et al., 2016; Komendová et al., 2019; Silva et al., 2021; Shara et al., 2021). Автомобили, оснащенные катализаторами, содержащие элементы платиновой группы (PGE), значительно снижают выбросы токсичных выхлопных газов, образующиеся при сжигании топлива. Однако, в процессе работы каталитического нейтрализатора высвобождаются наночастицы и соединения платины. Попадая в окружающую среду, эти химические соединения вызывают накопление платины вблизи дорог.

Последние исследования сообщают об увеличении концентрации платины в придорожной пыли, воздухе, почве, сточных водах, растительности (Zereini et al., 2015; Folens et al., 2018; Rahman et al.,2020; Silva et al., 2021; Savignan, 2021). Таким образом, увеличение концентрации платины вызывает обеспокоенность исследователей во всем мире, так как накопление платины может привести к достижению токсичных уровней металла в окружающей среде.

Целью данного исследования является оценка экотоксичности платины на основе биологических показателей состояния почв. Поэтому представляется актуальным выявление закономерностей влияния платины на биологические свойства почв в зависимости от дозы, химических форм металла и срока загрязнения.

В качестве объекта исследования был выбран чернозем обыкновенный карбонатный. Место отбора - Ботанический сад ЮФУ (Россия, г. Ростов-на-Дону). Для настоящего исследования был отобран верхний горизонт почвы 0-20 см. В качестве загрязнителя выбраны два соединения: хлорид платины ($PtCl_2$) и оксид платины (PtO_2). Концентрации вносимых поллютантов составляли 0,01; 0,1; 1; 10 и 100 мгPt/кг сухой почвы. Определение биологических свойств чернозема обыкновенного проводили через 10, 30 и 90 суток после загрязнения.

Исследование общей численности бактерий, как один из наиболее информативных показателей, выбрано для оценки влияния химического загрязнения почв. Данный показатель отражает состояние редуцентов в экосистеме. Лабораторно-аналитические исследования выполняли с использованием общепринятых методов в биологии, почвоведении и экологии (Казеев и др., 2016). Общую численность бактерий в почве учитывали методом люминесцентной микроскопии.

В результате исследования установлено, что загрязнение чернозема обыкновенного соединениями платины приводит к заметному снижению показателя. Общая численность бактерий значительно снижается под воздействием поллютантов на всех сроках исследования (рис.1,рис.2). Большее влияние на показатель оказывает оксид платины

(PtO2). Замечено незначительное стимулирующее действие загрязнителей при внесении малых концентраций (PtO2 0,01мг/кг; PtCl2 0,1). Более высокие концентрации поллютантов снижали значения исследуемого показателя в 2 и более раз. Наибольшее токсическое действие оказал оксид платины на 90-е сутки загрязнения.

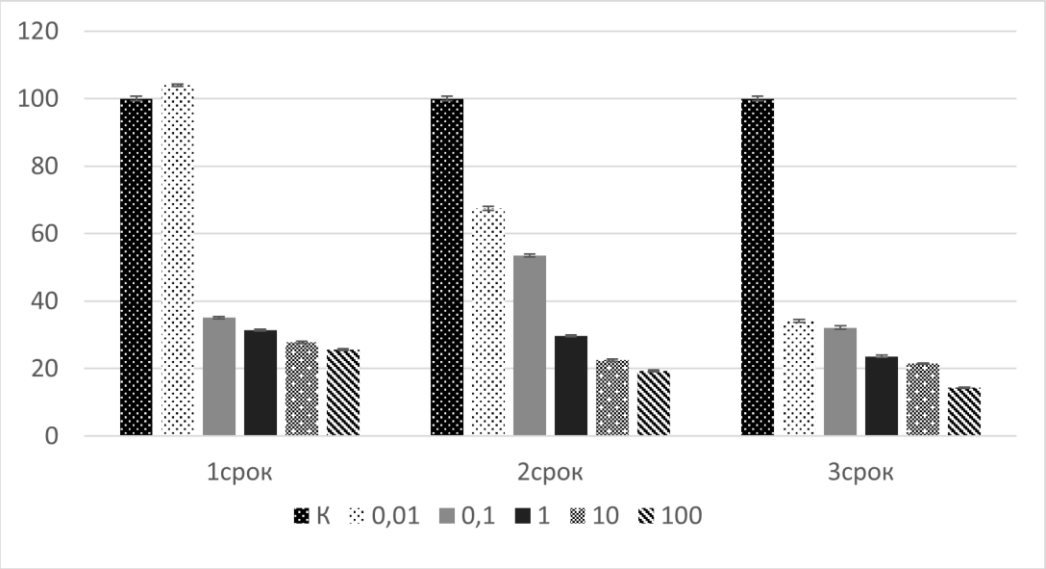


Рисунок 1. Изменение общей численности бактерий при загрязнении чернозема обыкновенного оксидом платины через 10, 30 и 90 суток после загрязнения, % от контроля

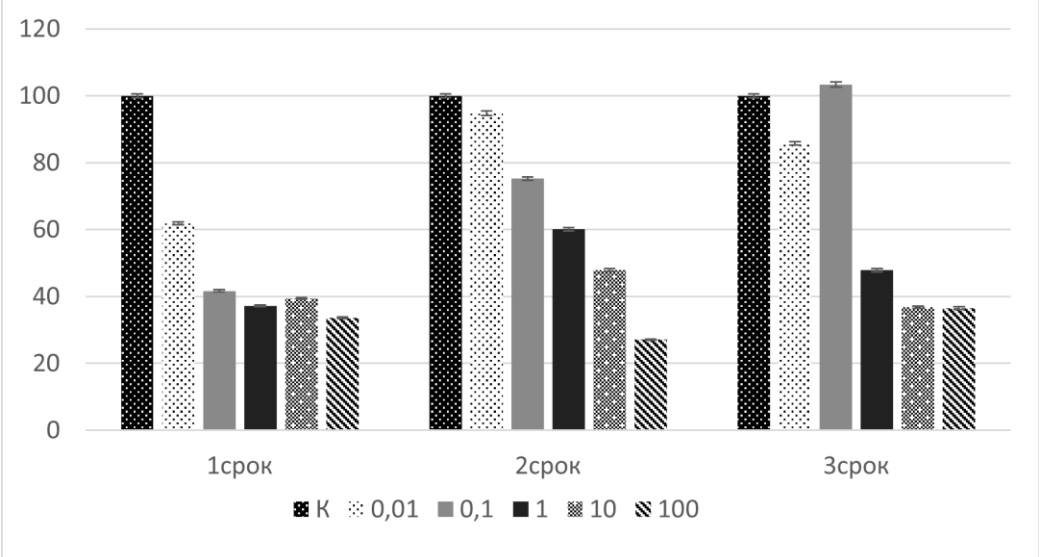


Рисунок 2. Изменение общей численности бактерий при загрязнении чернозема обыкновенного хлоридом платины через 10, 30 и 90 суток после загрязнения, % от контроля

Таким образом, загрязнение соединениями платины негативно сказывается на биологических свойствах чернозема обыкновенного. Степень снижения показателя зависит от химической формы соединения, концентрации вносимых веществ и срока загрязнения. Общая численность бактерий- высокочувствительный и информативный показатель экологического состояния почв.

Список литературы

1. Diong, H.S.; Das, R.; Khezri, B.; Srivastava, B.; Wang, X.; Pradip, K.; Webster, S. and R.D. (2016) Anthropogenic platinum group element (Pt, Pd, Rh) concentrations in PM10 and PM2.5 from Kolkata, India. SpringerPlus 5:1242. Doi:10.1186/s40064-016-2854-5.
2. De Silva, S.; Ball, A.S.; Shahsavari, E.; Indrapala, D.V.; Reichman, S.M. (2021) The effects of vehicular emissions on the activity and diversity of the roadside soil microbial community. Environmental Pollution. 277: 116744. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116744.
3. Folens, K.; Acker, T.; Bolea-Fernandez, E.; Cornelis, G.; Vanhaecke, F.; Laing, G.; Rauch, S. (2018) Identification of platinum nanoparticles in road dust leachate by single particle inductively coupled plasma-mass spectrometry. Science of The Total Environment, 615, 849-856. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.285
4. Komendová, R.; Žídek, J.; Berka, M.; Jemelková, M.; Řezáčová, V.; Conte, P.; Kučerík, J. (2019) Small-sized platinum nanoparticles in soil organic matter: Influence on water holding capacity, evaporation and structural rigidity. Science of The Total Environment V. 694,133822. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133822
5. Savignan, L.; Faucher, S.; Chéry, P.; Lespes, G. (2021) Platinum group elements contamination in soils: Review of the current state. Ecotoxicology and Environmental Safety, 222, 112459. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112459
6. Shara, S.; Shahsavaria, E.; Reithc, F.; Alghamdib O. A.; Yamanib, H. A.; AlJudaibib A.; Donnere, E.; Vasileiadisf, S.; Ball, A. S. (2021) Dose-related changes in respiration and enzymatic activities in soils amended with mobile platinum and gold. Applied Soil Ecology. 157, 103727. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2020.103727
7. Rahman, M.S.; Chakraborty, A.; Mazumdar S.; Nandi, N.C.; Bhuiyan, M.N.I.; Alauddin, S.M.; Khan, I.A.; Hossain, M.J. (2020) Effects of poly(vinylpyrrolidone) protected platinum nanoparticles on seed germination and growth performance of Pisum sativum, Nano-Structures & Nano-Objects,21, 100408, ISSN 2352-507X, https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2019.100408
8. Zereini, F.; Wiseman, C.L.S., 2015. Platinum Metals in the Environment. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg (492 pp.
9. Казеев К. Ш., Колесников С. И., Акименко Ю. В., Даденко Е. В. Методы биодиагностики наземных экосистем: монография. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2016. – 356 с

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ НЕГАТИВНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Качалов К. Р.
КубГАУ им. И. Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия
kirill.kachalov.00@mail.ru

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE ENVIRONMENT UNDER NEGATIVE ANTHROPOGENIC INFLUENCES

Kachalov K. R.
KubGAU named after I. T. Trubilin, Krasnodar, Russia
kirill.kachalov.00@mail.ru

Аннотация. В статье было выявлено негативное антропогенное воздействие полигона ТКО на атмосферный воздух и прилегающую территорию. С помощью пылеуловителя удалось определить концентрацию вредных веществ в воздухе и практика

показала, что атмосферный воздух может быть и загрязнен, но вредные вещества, содержащиеся в нем, не превышают предельно-допустимые концентрации. Также был поведен мониторинг первичной продуктивности, а именно мониторинг состояния древесных насаждений вблизи полигона ТКО. Были выявлены незначительные повреждения некоторых деревьев. Местами они имели изверженную крону, значительное усыхание ветвей и даже отмирание коры в сочетании с листьями, имеющими бурый оттенок, но не обошлось без деревьев которые имели первозданный вид, их оказалось значительно больше, чем поврежденных.

Ключевые слова: полигон, индикатор, концентрация, отбор, норматив, особняк.

Abstract. The article revealed the negative anthropogenic impact of the MSW landfill on the atmospheric air and the surrounding area. With the help of a dust collector, it was possible to determine the concentration of harmful substances in the air and practice has shown that atmospheric air can be polluted, but the harmful substances contained in it do not exceed the maximum permissible concentrations. Monitoring of primary productivity was also conducted, namely monitoring of the state of tree plantations near the MSW landfill. Minor damage to some trees was detected. In some places they had an eruption crown, significant drying of branches and even the death of the bark in combination with leaves that have a brown hue, but there were not without trees that had a pristine appearance, they turned out to be much more than damaged.

Keywords: polygon, indicator, concentration, selection, standard, mansion.

Как мы знаем, человек загрязняет природу различными способами. На сегодняшний день негативное антропогенное воздействие весьма распространенная проблема ухудшения экологического состояния нашей планеты. Многие думают, что особняком антропогенного воздействия служат полигоны ТКО (свалки) и занимают чуть ли не первое место по степени загрязнения, но на самом деле это не так. Давайте в этом разберемся на примере полигона ТКО в хуторе Копанской, присущего к городу Краснодару.

Во время обучения в КубГАУ мне удалось провести исследование на определение концентрации вредных веществ в атмосфере в окрестностях полигона ТКО хутора Копанской. Были установлены точки отбора проб воздуха, их всего 2, 1 – в более загрязненной местности, 2 – в более чистой местности (рис. 1). На рисунке видно, что расстояние от точки 1 до полигона ТКО меньше, чем до точки 2, следовательно в 1 точке должна быть выше концентрация вредных веществ в атмосфере [4].

Вредные вещества в атмосфере причиняют немалый вред всей биосфере. NO (оксид азота) провоцирует выпадение кислотных осадков, а при поглощении живым организмом провоцирует различные расстройства пищеварительной системы. Когда NO_2 (диоксид азота) попадает в организм в процессе вдыхаемого воздуха, это вещество накапливается в организме, повреждая дыхательные органы и изменяя состав крови у живого организма, что в конечном итоге вызывает его гибель и следовательно уменьшение популяций этих живых организмов. SO (оксид серы) провоцирует астму у организмов непосредственно так как пары этого вещества весьма токсичны.

С помощью пылеуловителя удалось определить концентрацию вредных веществ в атмосфере при ясной погоде.

Процесс следующий: ставим флюгер чтобы определить направление ветра (измерения проводятся в направлении противоположному направлению ветра). Ставим стойку для барботера, соединяем барботер с шлангом, идущим от пылеуловителя, включаем пылеуловитель (для этого понадобится бензиновый генератор), наливаем дистиллированную воду в барботер, заполняя его на 1/4 подравниваем барботер в

противоположном направлении ветра, включаем пылеуловитель и оставляем на 15 минут. Результаты представлены в таблице 1.

Рисунок 1. Карта схема расположения пробных площадок

Таблица 1. Определение концентрации вредных веществ в атмосфере

№	Направление ветра	Скорость ветра, м/с	Атмосферное давление, мм. рт. ст.	Влажность, %	NO, мг/м^3	NO_2, мг/м^3	SO, мг/м^3
1	С – В	1	754	82	0,0017	0,000	0,000
2	С – В	2	757	80	0,000	0,000	0,000

Согласно СанПин 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания» NO, NO_2 и SO не превышают ПДК (для NO – 0,06, NO_2 – 0,04, SO – 0,07), отсюда можно сделать вывод, что полигоны ТКО не так уж и опасны для экологического состояния нашей планеты [1].

Последствия негативных антропогенных воздействий отражаются не только на качестве воздуха. Немаловажным индикатором загрязнения служит состояние древесных насаждений на прилегающей территории. Состояние деревьев проводится визуально в тех же местах, что и отбор проб воздуха.

Категории распределения деревьев по их состоянию следующие:

1 балл – без внешних признаков повреждения

2 балла – усыхание ветвей, отмирание коры, светло – зеленые листья и хвоя, повреждение листьев и кроны до 1/3 от общего количества.

3 балла – изверженная крона, усыхание ветвей, значительное отмирание коры, листья светло-зеленые, хвоя матовая, с бурым оттенком, повреждение листьев и хвои достигает 2/3 общего количества.

4 балла – усыхание ветвей по всей кроне, заражение грибами-паразитами, вредителями, значительное отмирание коры, листья мелкие, недоразвитые, бледно-зеленые с желтым оттенком, повреждение листьев и хвои 2/3 общего количества.

5 баллов – сухие крона и ветви, кора частично или полностью опала; заселена стволовыми вредителями [5].

По данным визуальных наблюдений, был проведен мониторинг состояния древесных насаждений вблизи полигона ТКО. Получены следующие данные, которые описаны в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. Распределение деревьев по категориям состояния, точка 1

Вид	Количество, экз.	Категории					Средняя категория состояния
		1	2	3	4	5	
Акация белая	12	8	3	1	0	0	1,2
Бересток обыкновенный	9	6	2	1	0	0	1,33
Тополь серебристый	6	5	1	0	0	0	1,33

Таблица 3. Распределение деревьев по категориям состояния, точка 2

Вид	Количество, экз.	Категории					Средняя категория состояния
		1	2	3	4	5	
Акация белая	12	10	2	0	0	0	1,1
Бересток обыкновенный	9	8	1	0	0	0	1,1
Тополь серебристый	6	6	0	0	0	0	1

Исходя из вышеописанных результатов, можно прибегнуть к выводу, что деревья действительно служат индикатором загрязнения. В 1 точке состояние древесных насаждений удовлетворительное, во 2 – хорошее.

Были выявлены незначительные повреждения некоторых деревьев. Местами они имели изверженную крону, значительное усыхание ветвей и даже отмирание коры в сочетании с листьями, имеющими бурый оттенок, но не обошлось без деревьев, которые имели первозданный вид, их оказалось значительно больше, чем поврежденных.

Населению нужно предотвращать развитие свалок или прибегать к их устранению, так как любая свалка – это глобальное экологическое бедствие, загрязняющая и медленно уничтожающая флору и фауну.

Для обеспечения уменьшения загрязнения атмосферы вредными выбросами необходимо устранять свалки путем сжигания вторичного сырья. Сжигание вторичного сырья вполне может служить ресурсом для изготовления различных сплавов.

Список литературы

1. Стрельников В.В., Прикладная экология / В.В. Стрельников, Г.П. Гудзь, Д.С. Скрипник, А.Г. Сухомлинова, Е.В. Суркова, Т.П. Францева, И.В. Хмара, Н.В. Чернышева. – Краснодар: Издательский дом – Юг, 2012. – 451 с. 3.
2. Стрельников В. В. Социальная экология: учебник / В. В. Стрельников, Т. П. Францева. – Краснодар: Издательский дом -Юг, 2012. – 216 с.

3. Кусяпкулова А.А. Культура потребления в свете экологических проблем / А.А. Кусяпкулова, Я Осепян, Т.П. Францева // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения.Сборник научных трудов по материалам Межд. науч. экологической конференции, посвященной Году науки и технологий. Краснодар, 2021, - С. 738 – 740.
4. Суркова Е. В.. Экологическая безопасность //Е.В. Суркова, А. И. Мельченко, А. Г. Сухомлинова, Т. П. Францева. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2014. – 98 с.
5. Щегловская А.С. Влияние несанкционированной свалки на прилегающую территорию станицы Сергеевской // А. С. Щегловская, А. Г. Сухомлинова, Т. П. Францева, Е. В. Сурковва / Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И. С. Косенко (29–30 ноября 2016 г.) / отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар : КубГАУ, 2017.– С. 1850-18252.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ СТЕПНОГО КРЫМА ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭМИССИЙ

Кобечинская В.Г., Пышкин В.Б.
ФГАОУ ВО» Крымский Федеральный университет им. В.И. Вернадского», Россия
valekohome@mail.ru, vpbiscrim@mail.ru

ECOLOGICAL STATE OF NATURAL ECOSYSTEMS OF THE STEPPE CRIMEA UNDER THE INFLUENCE OF NEGATIVE INDUSTRIAL EMISSIONS

Kobechinskaya V.G., Pyshkin V.B.
V.I.Vernadsky Crimean Federal University, Russia Simferopol
valekohome@mail.ru, vpbiscrim@mail.ru

Аннотация. Степи равнинного Крыма с каждым годом испытывают всё возрастающие антропогенные нагрузки. На 5 пробных участках, заложенных на разном удалении (1 до 80 км) от ведущих промышленных предприятий г. Армянска (Красноперекопский район Республики Крым) нами были изучены изменения флористического разнообразия, вертикальной и горизонтальной структуры сообществ, продуктивности и почв настоящих степей и их петрофитных вариантов. Были выявлены факторы деградации степной растительности с потерей её естественного биоразнообразия, активизации негативных сукцессионных процессов и преобразований в сложении изученных фитоценозов с изменениями состава жизненных форм. Выявлено существенное снижение общей биологической продуктивности и её ведущих компонентов под влиянием промышленных эмиссий, что ведет к резкому снижению потенциала биологического круговорота веществ в этом регионе.

Ключевые слова: структура степей, антропогенные сукцессии, продуктивность, промышленные эмиссии, равнинный Крым.

Abstract. The steppes of the flat Crimea are experiencing increasing anthropogenic loads every year. On 5 test plots laid at different distances (1 to 80 km) from the leading industrial enterprises of Armyansk (Krasnoperekopsky district of the Republic of Crimea), we studied changes in floral diversity, vertical and horizontal structure of communities, productivity and soils of real steppes and their petrophytic variants. Factors of degradation of steppe vegetation with the loss of its natural biodiversity, activation of negative succession processes and transformations in the composition of the studied phytocenoses with changes in the composition of life forms were identified. A significant decrease in the total biological productivity and its leading components

under the influence of industrial emissions has been revealed, which leads to a sharp decrease in the potential of the biological cycle of substances in this region.

Keywords: steppe structure, anthropogenic succession, productivity, industrial emissions, plain Crimea.

ВВЕДЕНИЕ

В природных экосистемах вещественно-энергетические и информационные процессы близки к скомпенсированности, но под влиянием техногенных эмиссий или выпаса разной интенсивности эти процессы нарушаются (Dormaar, Smoliak., Willms, 1989; Bock ,1993; Мордкович, 1997; Черняховский, 2002; Юнусбаев,2003; Stephenson, Veige, 2005 и др.) . В одних случаях это приводит к истощению запасов элементов питания в отдельных биотопах, в других к их нежелательному накоплению, что ведет к загрязнению растительности, почв, воды, атмосферы и т.д. Количественное изучение структуры растительного покрова позволяет дать оценку степени их устойчивости и может быть положено в основу научного прогноза их состояния с учетом интенсивности антропогенного воздействия (Александрова, 1964; Николаев, Ена, Мельников, 2010; Николаев, Мельников, 2011 и др.).

Интенсивное развитие химической промышленности на севере Крымского полуострова с 70-х годов XX века привело к существенному нарушению природных ландшафтов и ухудшению условий окружающей среды (Багрикова, 2000; Николаев, Мельников, 2011 и др.). Для получения количественных характеристик влияния и аккумуляции аэрозолей промышленных выбросов заводов двуокиси титана и содового (г. Армянск Красноперекопский район Республики Крым) на природные степные фитоценозы нами были заложены постоянные пробные площади, находящиеся на различном удалении от территории этих предприятий с учетом розы ветров. Целью наших исследований было проследить в трехлетней динамике направленность и особенности перестройки растительности отдельных участков степи с учетом воздействия на них промышленных эмиссий этих заводов. Вышеуказанная проблематика обусловила выбор темы исследования и ее актуальность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Нами были заложены 5 пробных площадей с полным геоботаническим описание этих участков и учетом биологической продуктивности сформированной здесь растительности. Использовались стандартные геоботанические методики (Юнатов,1964; Титлянова, 1971; Работнов, 1998). Изучались полный флористический состав, выявлялись постоянные и временные доминанты, эдификаторы и субдоминанты, обладавшие высокими показателями встречаемости, общее проективное покрытие, вертикальная и горизонтальная структура растительности. Видовая насыщенность изучалась соответственно на пробных площадках 0,1 $м^2$ в 50-кратной повторности и на 1 $м^2$ в 10-кратной повторности, оценивались также высота травостоя и первичная продуктивность фитоценозов. Были также рассчитаны коэффициенты дисперсии и пестроты сложения, которые выявляют пространственное распределение растений в степях (Миркин, 1985; Работнов, 1998). Также проводилось изучение динамики продуктивности этих сообществ. Сбор материала осуществлялся укосным методом в 10-кратной повторности с последующим разбором на агробиологические группы, ветошь и подстилку в камеральных условиях (Титлянова, 1971). Всего было разобрано суммарно за три года 150 укосов. Все полученные результаты обрабатывались стандартными методами математической статистики (Шмойлова, 2002). Также на этих участках были выполнены почвенные разрезы с отбором образцов почв и их последующим их физико-химическим анализом с обработкой методами вариационной статистики (Воробьева, 1998; Шмойлова, 2002).

Определяли количество гумуса, pH водной вытяжки, оксидов кальция комплексонометрическим титрованием. Ошибка средней величины для данных составила ± 7-10 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Настоящие (типичные) степи на черноземах и каштановых почвах в равнинном Крыму сохранились фрагментарно (Шалыт, 1948; Дзен-Литовская, 1957; Драган, 2004). Они характеризуются преобладанием в травостое многолетних ксерофитных, преимущественно плотнодерновинных злаков. В верхнем ярусе главенствует ковыль, в нижнем – типчак. Усиление пасквальной нагрузки способствует активному внедрению в эти сообщества молочая, гармалы, льна и др. видов, не поедаемых животными. На Тарханкутском полуострове, где почвы преимущественно щебенчатые, сформировались петрофитные варианты этих степей. Травостой более разрежен, доминируют те же виды. Но также высока роль разнотравья, особенно полукустарничков: тимьяна, дубровника, дрока, полыней разных видов, особенно при усилении выпаса (Дзен-Литовская, 1957; Николаев, Мельников, 2011 и др.).

Участок 1 расположен вблизи стен завода двуокиси титана с южной стороны. Это фрагмент деградированной вторичной степной растительности с высоким обилием однолетних сорных видов. Доминируют житняк гребневидный, двурядка тонколистная, костер растопыренный и др. Почвы – темно-каштановые, карбонатные. По механическому составу – тяжело-суглинистые с близким залеганием пластов глины. Содержание гумуса низкое - 1,33%, pH – 6,0-7,1. Поглотительная способность почвы – 49,2%. Здесь развита ассоциация кострово-житняковая. Как общее проективное покрытие – 45-50%, так и количество видов - 28 на 100м^2 малое.

Участок 2 представлен настоящей степью, он расположен в 3 км к югу от первого. Здесь сформировалась ассоциация дубово-полынно-житняковая. Средняя высота травостоя – 25-30 см. Субдоминанты: гармала обыкновенная, пижма тысячелистная, тонконог лопастной. Здесь сильно выражена мозаичность в связи с тем, что участок расположен по склону холма, общее проективное покрытие – 60-70%. Число видов на 100 м^2 – 35. Почвы - южные черноземы с содержанием гумуса – 2,3%, pH - 6,0-7,2. Сумма обменных оснований значительно ниже – 38,2%.

Участок 3 заложен в 7 км к западу от промышленного комплекса, равнинный. Здесь выявлена ассоциация полынно-типчаково-ковыльная. Доминируют ковыли украинский и Лессинга, полынь австрийская, субдоминанты - зопник колючий, пижма тысячелистная. Из-за выпаса овец отмечено обилие однолетних сорных видов, что существенно повышает здесь флористическое разнообразие - 56 видов на 100 м^2. Общее проективное покрытие также выше - 75-80%, высота травостоя – 25-35 см, хорошо выражена двуярусная структура сообщества. Почвы каштановые, карбонатные. Механический состав легкий суглинок и глина. Содержание гумуса 3,4%, pH - 5,8-7,1, поглотительная способность почвы – 49,8%.

Участок 4 – это целинная заповедная степь у с. Клепинино Красногвардейского района в 80 км к югу от завода. Здесь развита асс. подмаренниково-ковыльно-типчаковая. Ведущую роль в сложении этого сообщества играют злаки, причем наиболее обильны типчак, ковыль украинский, плевел многолетний и др. Выпас отсутствует, сохраняется мощная подстилка. Высота травостоя 40-55 см, наблюдается вертикальный континуум. Общее проективное покрытие – 95-100%. Флористическое разнообразие наиболее высокое из изученных пробных площадей – 75 видов на 100м^2 . Почвы – южные черноземы, по механическому составу – тяжелые суглинки, содержание гумуса – 3,9%, pH – 6,3-6,9. Поглотительная способность – 29,45%. Эта пробная площадь служит контролем как по

степени сохранности (заповедная), так и по удаленности от источников промышленного загрязнения.

Участок 5 расположен к юго-западу от завода в 70 км вблизи г. Черноморска на Тарханкутском полуострове. Это холмистая равнина, где сформировалась асс. пижмово-типчаково-ковыльная. Доминируют ковыль украинский, пижма, значительна роль полукустарничков: лапчатка прижатая, бурачок туполистный, солнцецвет камнелюбивый и др. Обильны также и однолетники – гвоздика ложноармериевая, молочай камнелюбивый, люцерна маленькая и др. Травостой разрежен, общее проективное покрытие существенно ниже – 60-65%. Число видов – 63/100 м^2. Здесь сформировался петрофитный вариант настоящей степи. Почвы – карбонатные черноземы, щебенчатые, по механическому составу – легкий и средний суглинок, содержание гумуса – 3,45%, pH – 6,8-7,0, поглотительная способность самая высокая из изученных участков – 50,1%.

Сравнительный анализ этих пробных площадей по флористическому составу позволяет отметить, что чем ближе к заводу, тем беднее видовой спектр сообществ (снижение с 75 до 28 видов). Падает общее проективное покрытие почти в два раза, а, следовательно, сокращается и площадь ассимилирующих органов, что сказывается на продуктивности растительности, обедняется спектр жизненных форм. Если на участках 4 и 5 доминируют поликарпические травы (52,3-58%), то на участках 1 и 2 господствуют однолетники. Полукустарнички, значимые в сложении петрофитных вариантов настоящей степи (участок 5) - 10,7% полностью выпадают вблизи завода.

Встречаемость суммарно отражает равномерность распределения вида в сообществе в сочетании с его обилием. Эти показатели выявили следующее. Наиболее велико число видов в фитоценозах, имеющие низкую встречаемость (классы 1-1У), а значит и малое обилие. По классификации фитоценотипов Л.Г.Раменского (Миркин, 1985), вскрывающих роль растений в жизни сообщества, основная масса видов – это патиенты и эксплеренты. Группа виолентов крайне невелика. С повышением класса встречаемости от первого к среднему, это число видов резко сокращается, а в наиболее высоких классах они единичны или вообще отсутствуют. В 10 км зоне воздействия промышленных эмиссий видов с встречаемостью более 50% нет, что свидетельствует о неустойчивости структуры этих сообществ, здесь господствуют эксплеренты.

Расчеты коэффициента дисперсности для каждой пробной площади показали, что наиболее высок он в заповедной степи (участок 4) – 14,4, резко падая на участках 1 и 2 до 8 и 8,6 соответственно. Чем он выше, тем равномернее сложение фитоценоза, что характерно именно для многовидовых устойчивых сообществ. Этот вывод подтверждает и расчет коэффициента пестроты сложения, который тем больше, чем более расстроена структура растительности. Наиболее он низок на участке 4 - 6,9, возрастая почти в два раза на пробных площадях, расположенных в непосредственной близости от завода (11,5-12,1).

Показатель видовой насыщенности также хорошо отражает различия в сложении этих степных сообществ. Наиболее он низок на участке 1 (3,8±0,6 на 0,1 м^2 и 4,2±0,3 на 1 м^2). Он постепенно возрастает, достигая максимума на самых удаленных 4 и 5 участках: 7,9 ±0,9 и 8,2±1,1/ 0,1 м^2 19,6-26,8/1 м^2 соответственно.

Величины проективного покрытия вскрывают роль того или иного вида в процессах фотосинтеза и особенностей биологического круговорота в фитоценозах. Выявлена четкая тенденция возрастания общего проективного покрытия на участках по мере удаления от завода.

Еще один очень информативный показатель – продуктивность этих участков, т.к. она отражает возможности растительного покрова использовать данное местообитание и оценить роль отдельных видов, формирующих хозяйственно-ботанические группы в этих сообществах в общем круговороте веществ. Вариационно-статистическая обработка

данных весовых величин надземной продукции показала достоверность этих показателей при $P_{0,95}$ уровне значимости по общей фитомассе, ветоши, подстилке и общей растительной массе, у групп осок и бобовых критерий Стьюдента колебался в пределах 0,2-1,3, т.е. недостоверные значения. Участие выделенных хозяйственно-ботанических групп в общей фитомассе неравномерно. Главная роль на всех участках принадлежит злакам (16-40,5%) и разнотравью (9,3-12,8%), кроме участков 1 и 4, где разнотравье составляет всего 1,8-4,6%. В сумме ветошь и подстилка в настоящей степи значительно превышает фитомассу (71,5-79,3%).

Подстилка, которая минерализуется и играет существенную роль в формировании и аккумуляции химических веществ только на участке 1 (вблизи стен завода) ниже ветоши на 1/3, т.к. здесь процесс отмирания фитомассы и переходе её в ветошь идет значительно быстрее минерализации. На остальных участках в настоящей степи и её петрофитных вариантов с учетом ослабления выбросов по мере удаления от завода эти процессы замедляются и вес подстилки значительно превышает объемы ветоши.

Следует отметить в целом низкую продуктивность общей фитомассы в период максимального развития травостоя (середина июня) на 1-5 учетных площадях (4,2-16,5ц/га), но с учетом ветоши и подстилки общая биологическая продуктивность значительно возрастает (20,4 – 32,7 ц/га). Ведущие позиции переходят по мере приближения к промышленной зоне завода от плотнокустовых к длиннокорневищным видам, а это также существенный показатель упрощения структуры и дигрессии сообществ.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных трехлетних исследований были установлены как ведущие показатели изменчивости структуры растительности, так и биологической продуктивности этих сообществ. Они выступают хорошими биологическим индикаторами, выявляющими нарушения экосистем и резкого снижения потенциала биологического круговорота веществ в этом регионе под влиянием промышленных эмиссий.

Список литературы

1. Александрова В. Д. Динамика растительного покрова // Полевая геоботаника. Т.3. М.-Л.: Наука, 1964. С.300-447.
2. Багрикова Н.А. Современное состояние растительного покрова Крымского Присивашья и перспективы охраны // Современное состояние Сиваша. – Киев: Wetland International. AEME, 2000. С. 27-37.
3. Воробьева Л. А. Химический анализ почв - М.: МГУ.- 1998. - 272 с.
4. Дзен-Литовская Н.Н. Почвы Евпаторийского побережья Черного моря в Крыму. // Очерки по физической географии Крыма. - Л.: ЛГУ, 1957 - С. 69-118.
5. Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма. Симферополь: Доля, 2004. 208 с.
6. Мордкович В.Г., Гиляров А.М., Тишков А.А., Баландин С.А. Судьба степей. Новосибирск: Мангазея, 1997. - 208 с.
7. Миркин Б.М. Теоретические основы современной фитоценологии М.: Наука, 1985. 137с.
8. Николаев Е.В., Ена А.В., Мельников М.М. Естественные пастбища Крыма. Симферополь, 2010. 140 с.
9. Николаев Е.В., Мельников М.М. Агробиологические основы повышения продуктивности и рационального использования естественных пастбищ Крыма. Симферополь, 2011. 158 с.
10. Работнов Т.А. Экспериментальная фитоценология. М: МГУ, 1998. 240 с.

11. Титлянова А.А. Изучение биологического круговорота в биогеоценозах // Методическое руководство. Новосибирск: Наука, 1971. 136с.
12. Черняховский Д.А. Опустынивание и экологические проблемы пастбищного животноводства в степных регионах юга России // Степной бюллетень. 2002. № 11. С.14-19.
13. Шалыт М.С. К вопросу о существовании “полынных степей” на юге Украины и в северном Крыму // Бюл.МОИП. Отд. биол. 1948. Т. 53. Вып. 6. С. 53-66.
14. Шмойлова, Р.А. Общая теория статистики: учебник. М.: Финансы и Статистика. 2002. 480 с.
15. Юнатов А.А. Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей // Полевая геоботаника. Т.4 М.-Л.: Наука, 1964. С.52-93.
16. Юнусбаев У.Б. Динамика степной растительности под влиянием выпаса разных сельскохозяйственных животных // Экология. 2003. № 1. С. 46-50.
17. Bock C.E. Cover of perennial grasses in southeastern Arizona in relation to livestock grazing // Conservation biology: - Boston. 1993. Vol.7. No 2. P.371-377.
18. Dormaar J.F., Smoliak S.I., Willms W.D. Vegetation and soil responses to short-duration grazing on fescue grasslands // Journal of range management. - Wyoming - 1989. Vol.50 No 3. P.252-256.
19. Klapp E. Wiesen und Wiede Auflage. // Journal of range management. 1991. Vol. 2. P.67-69.
20. Stephenson G.R., Veigel A.T. Recovery of compacted soil on pastures used for winter cattle feeding // Journal of range management. New York 2005. Vol. 40. No1. P. 46-48.

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ФАКТОР В ФОРМИРОВАНИИ СООБЩЕСТВ ФОТИЧЕСКИХ ЗОН НЕКОТОРЫХ ПЕЩЕР ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Козлова Е.В. [1], Мазина С.Е. [1,2,3], Суандзара Беандруна Родлиш [1]
[1] Российский университет дружбы народов (РУДН) г. Москва, Россия
[2] Федеральное государственное унитарное предприятие Научно-технический центр радиационно-химической безопасности и гигиены Федерального медико-биологического агентства, г. Москва, Россия
[3] Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный заочный университет», г. Балашиха, Россия
kozlova-ev@rudn.ru

TEMPERATURE FACTOR IN THE FORMATION OF COMMUNITIES OF PHOTIC ZONES OF SOME CAVES IN THE VORONEZH REGION

Kozlova E. V.[1], Mazina S. E.[1,2,3], Soanjara Beandrona Rodlish[1]
[1] Peoples Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia
[2] Research and technical centre of radiation-chemical safety and hygiene FMBA of Russian Federation, Moscow, Russia
[3] Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian State Agrarian Correspondence University», Balashikha, Russia
kozlova-ev@rudn.ru

Аннотация. В данном исследовании предпринята попытка оценить значимость температурного фактора для формирования состава сообществ фототрофов фотических зон ряда меловых пещер Лискинского района Воронежской области. Выявлены

температурные оптимумы для доминирующих и часто встречающихся видов цианобактерий и водорослей в литофильных сообществах фотических зон. Обнаружено, что виды из одного типа сообществ могли иметь различные температурные оптимумы, при этом температурные оптимумы видов из сообществ, располагающихся в зонах интенсивного освещения, были шире, чем у развивающихся при более низком освещении. Выявленная эвритермность видов пещерных местообитаний ставит под сомнение температурный фактор как основной фильтр, определяющий отбор в локальные сообщества входных зон пещер из регионального пула видов.

Ключевые слова: меловые пещеры, экотоны, цианобактерии, водоросли, биопленки, температурные оптимумы.

Abstract. In this study, an attempt was made to assess the significance of the temperature factor for the formation of phototrophic communities of photic zones in several chalky caves in the Liskinsky district of the Voronezh region. The temperature optimums for the dominant and frequently occurring species of cyanobacteria and algae in the lithophilic communities of the photic zones have been identified. It was found that species from the same types of communities had different temperature optimums, while the temperature optimums of species from communities located in zones of intense illumination were wider than those developing under lower illumination. The revealed eurythermy of species in cave habitats casts doubt on the temperature factor as the main filter that determines the selection of cave entrance zones from the regional pool of species into local communities.

Keywords: chalky caves, cyanobacteria, algae, biofilms, temperature optima.

Ряд исследований обосновывает вклад гипогенных местообитаний в сохранение биоразнообразия (Prous et al., 2015; Ficetola et al., 2019; Sánchez-Fernández et al., 2021; Mamolla et al., 2022). В частности, это касается фототрофных видов, заселяющих входные участки подземных полостей. Пещеры и гроты, имеющие повышенную влажность, и суженные, по сравнению с поверхностью, температурные диапазоны, а также выраженные градиенты микроклимата и освещенности во входной фотической зоне, рассматривают как убежища для ряда видов. Если в случае с естественными полостями пещерную флору можно идентифицировать как реликтовую региональную и обсуждать рефугиумную роль данных местообитаний (Gabriel et al, 2008; Monro et al., 2018), то для искусственных и новообразованных пещер стоит вопрос о начальных стадиях формирования гипогенных сообществ. При этом можно предположить, что адаптации к гипогенной среде будут слабо выражены, а состав и структура сообществ будут отражать направление отбора в локальные сообщества из регионального пула видов, где фильтрами являются специфические условия входной зоны пещер.

Особенности степных ландшафтов и особенно выходов меловых пород, дают естественные местообитания для теневыносливых петрофитов, кальцефильных видов, почвенных водорослей и цианобактерий, в том числе нуждающихся в условиях повышенного увлажнения. Это различные провалы, склоны оврагов, трещины, ниши и пр. Обычно такие местообитания не являются предметом активных исследований, а сообщества в них дискретны, слабо выражены. Иная ситуация наблюдается в искусственных меловых пещерах, где аналогичные сообщества могут развиваться при меньшем влиянии сезонных изменений, и быть более доступны для исследований.

Принимая во внимание значительную антропогенную нагрузку, оказываемую на Воронежскую область, изучение пещерных местообитаний, находящихся в стабильных условиях, имеет особую значимость для выявления потенциально реликтовой флоры, в первую очередь альгофлоры. Исследование биоты входных фотических зон пещер и

изучение температурных диапазонов видов позволит выявить адаптации поверхностных видов к условиям подземной среды и даст ответ на вопрос, приспособились ли данные виды к подземной среде, или же были вытеснены в пещеры вследствие конкуренции.

Предыдущие исследования меловых пещер Воронежской области позволили охарактеризовать альфа-разнообразие и провести первые попытки учета бета-разнообразия путем сравнения сообществ в разных пещерах, однако при этом не учитывались градиенты среды (Мазина и др., 2016; Мазина, 2017).

В данном исследовании проведено выявление зоны оптимума и толерантности для доминирующих и часто встречающихся в сообществах видов водорослей и цианобактерий с целью уточнения сходства между сообществами в исследованных пещерах и определения влияния температуры как основного фильтра в формировании сообществ пещер.

Объектами исследования явились сообщества фототрофов фотических зон меловых пещер искусственного происхождения Лискинского района Воронежской области: Церковь Сицилийской иконы Божией Матери (Большие Дивы) и пещерный Храм Рождества Иоанна Предтечи (Малые Дивы), пещера №3, где расположены храм Спаса Нерукотворного и храм Веры, Надежды, Любви и матери их Софии; пещеры-кельи №4, 5 и 6; пещера №7 – храм преподобного Серафима Саровского; пещера №8 Покаянная.

Отбор образцов производился с каждого визуально отличимого участка обрастания, а также с каждой куртины мохообразных, отобранные пробы хранили при температуре полостей (10-16°С). Просмотр образцов осуществлялся не позднее, чем через неделю после отбора, с использованием светового микроскопа Leica DMLS (Германия) и Биолам МБС-9 (Россия). Обилие видов, рассчитанное по данным прямой микроскопии и оцененное по 5-балльной шкале, впоследствии усреднялось для каждого участка обрастания (Мазина и др., 2016).

Для выделения культур водорослей и цианобактерий использовали среды Громова №6 и Бристоль, применяли метод стекол обрастаний, культивирование на агаровой и в жидкой среде (Практикум…, 2005). Идентификация водорослей проводилась с использованием серии стандартных определителей, названия водорослей приведены по базе данных (Guiry, Guiry, 2022), мхов по Игнатов, Игнатова, 2003-2004.

Первоначально смешанные жидкие культуры из образцов субстратов культивировали при температуре пещеры, далее выделяли чистые культуры, с которыми проводили эксперименты по культивированию при разных температурных условиях: 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32ºС. Оценивали скорость роста в фазе экспоненциального роста культуры, снижение скорости более чем в два раза оценивали как переход в зону толерантности.

Флористический состав фототрофов представлен в статьях (Мазина и др., 2016; Мазина, 2017). В общей сложности выявлено 33 вида фототрофов: Cyanobacteria – 11 видов, Bacillariophyta – 3 вида, Chlorophyta – 15 видов, Bryophyta – 4 вида.

Зона толерантности не выходила за пределы выбранных для эксперимента температурных значений. Результаты выявленных диапазонов температурных оптимумов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Температурные оптимумы видов-доминантов и видов, имеющих высокую встречаемость в сообществах

Вид	Пещера	Характеристика сообщества и положения вида	Зона оптимума, Т, ºС
Leptolyngbya foveolara (Gomont) Anagnostidis & Komárek	№3	Цианобактериальные биопленки, доминант, условия низкой освещенности	8-12
	№4	Цианобактериальные биопленки, доминант, условия низкой освещенности	8-12
	№5	Цианобактериальные биопленки, доминант, условия низкой освещенности	8-16
	№7	Цианобактериальные биопленки, доминант, условия низкой освещенности	8-12
	Шатрище	Цианобактериально-водорослевое сообщество, субдоминант, второй субдоминант *Gloeocapsa* sp., условия низкой освещенности	8-16
Leptolyngbya tenuis (Gomont) Anagnostidis & Komárek	Малые Дивы	Сообщество с доминированием *Seligeria calcarea* в зоне высокой освещенности	16-21
	№3	Цианобактериальные биопленки, условия низкой освещенности	4-12
	№4	Цианобактериальные биопленки, условия низкой освещенности	4-12
	№7	Цианобактериальные биопленки, условия низкой освещенности	4-12
	Шатрище	Цианобактериально-водорослевое сообщество, условия низкой освещенности	8-16
Jaaginema subtilissimum (Kützing ex Forti) Anagnostidis & Komárek	№3	Цианобактериально-водорослевое сообщество, условия низкой освещенности	8-12
	№6	Цианобактериально-водорослевое сообщество, условия низкой освещенности	8-16
	№8	Цианобактериально-водорослевое сообщество, условия низкой освещенности	4-12
Microcystis pulverea (H.C.Wood) Forti	№3	Цианобактериально-водорослевое сообщество, условия низкой освещенности	8-24
	№5	Цианобактериально-водорослевое сообщество, условия низкой освещенности	8-16
	Шатрище	Цианобактериально-водорослевое сообщество, условия низкой освещенности	8-20
Stichococcus minor Nägeli	Малые Дивы	Цианобактериально-водорослевое сообщество без выраженных доминантов	8-16
	Большие Дивы	Сообщество с доминированием *Seligeria calcarea* в зоне высокой освещенности	12-16
	№7	Сообщество с доминированием *Seligeria calcarea* в зоне высокой освещенности, доминант	12-24

Chlorella vulgaris Beyerinck [Beijerinck]	Малые Дивы	Цианобактериально-водорослевое сообщество без выраженных доминантов	8-20
	Большие Дивы	Сообщество с доминированием *Seligeria calcarea* в зоне высокой освещенности, доминант	8-24
	№3	Цианобактериально-водорослевое сообщество в зоне высокой освещенности, доминант	8-24
	№4	Сообщество с доминированием *Seligeria calcarea* в зоне высокой освещенности	8-16
	№5	Сообщество с доминированием *Seligeria calcarea* в зоне высокой освещенности	8-12
	№6	Сообщество с доминированием *Seligeria calcarea* в зоне высокой освещенности	8-16
	№8	Сообщество с доминированием *Seligeria calcarea* в зоне высокой освещенности, доминант	12-24
	Шатрище	Сообщество с редкими мхами *Seligeria calcarea* доминированием *Gloeocapsa montana* в зоне высокой освещенности, доминант	12-20

В результате экспериментов обнаружено, что температурные оптимумы для видов в сообществах, расположенных в зонах с наибольшим освещением шире, чем температурные диапазоны у видов из сообществ с низкой освещенностью. У зеленых водорослей *Chlorella vulgaris* и *Stichococcus minor* в случае их доминирования в сообществе зона толерантности была наибольшей и сильно превышала диапазон обычных температур характерных для пещер. Для большинства исследованных видов зоны оптимумов были широкими, а зона толерантности составляла не менее 8 градусов. Интересно и то, что виды из одного типа сообществ могли иметь разные температурные оптимумы, как *Leptolyngbya tenuis, Leptolyngbya foveolara, Jaaginema subtilissimum, Microcystis pulverea*. Температурные оптимумы для цианобактерий были более разнообразны, однако возможно, что при увеличении количества исследованных видов зеленых водорослей, можно столкнуться с аналогичными результатами.

Если предположить, что виды, длительно существующие в гипогенных средах, должны адаптироваться к стабильным температурным условиям, то выявленные температурные оптимумы могут указывать на недавнее формирование сообществ обследованных пещер. Эвритермность видов меловых пещер заставляет продолжить поиск фильтров, которые определяют направление отбора в локальные сообщества из регионального пула видов. Возможно, что температурный фактор не является основным для конвергентной эволюции, либо у нас недостаточно информации по микроклимату входной зоны пещер и для выживания в этих условиях водорослям и цианобактериям необходима эвритермность. Также возможно, что для сообществ входной зоны реализуется активный поток организмов, обеспечивающий постоянный привнос зачатков альгофлоры, обновление видового состава, а сообщества фотических зон пещер не являются климаксными, как предполагается в некоторых исследованиях.

Список литературы

1. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части Европейской России. Т. 1-2. М.:КМК, 1 (2003): 1-608 с.; 2 (2004): 609-960 с.

2. Мазина С.Е. Сообщества фототрофов меловых культовых пещер сел Костомарово, Вязники и хутора Дивногорье //Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2017. № 3. С. 72-78.
3. Мазина С.Е., Попкова А.В., Абдуллин Ш.Р. Фототрофы меловых культовых пещер Дивногрья и Костомарово // Успехи современной науки и образования. 2016. Т. 1. № 8. С. 151-157.
4. Практикум по микробиологии / под ред. Нетрусова А.И., 2005. 602 с.
5. Ficetola, G.F., Canedoli, C., Stoch, F. The Racovitzan impediment and the hidden biodiversity of unexplored environments // Conservation Biology. 2019. V. 33(1). P. 214-216. doi: 10.1111/cobi.13179.
6. Mammola, S., Meierhofer, M.B., Borges ,P.A.V., Colado, R., Culver, D.C., Deharveng, L., Delić, T., Di Lorenzo, T., Dražina, T., Ferreira, R.L., Fiasca, B., Fišer, C., Galassi, D.M.P., Garzoli, L., Gerovasileiou, V., Griebler, C., Halse, S., Howarth, F.G., Isaia, M., Johnson, J.S., Komerički, A., Martínez, A., Milano, F., Moldovan, O.T., Nanni, V., Nicolosi, G., Niemiller, M.L., Pallarés, S., Pavlek, M., Piano, E., Pipan, T., Sanchez-Fernandez, D., Santangeli, A., Schmidt, S.I., Wynne, J.J., Zagmajster, M., Zakšek, V., Cardoso, P. Towards evidence-based conservation of subterranean ecosystems // Biological Reviews. Cambridge Philosophical Society. – 2022. doi: 10.1111/brv.12851. Epub ahead of print. PMID: 35315207.
7. Monro A.K., Bystriakova N., Fu L., Wen F., Wei Y. Discovery of a diverse cave flora in China // PLoS ONE. 2018. V 1(2). e0190801.
8. Gabriel R., Pereira F., Borges P.A.V., Constância J.P. Indicators of Conservation Value of Azorean Caves Based on its Bryophyte Flora at Cave Entrances // Proceedings of the X, XI and XII International Symposia on Vulcanospeleology. 2018. C. 114-118.
9. Guiry M.D., Guiry, G.M. 2022. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. https://www.algaebase.org
10. Prous, X., Ferreira R., Jacobi C.M. The entrance as a complex ecotone in a Neotropical cave // International Journal of Speleology. 2015. V. 44. № 2. P. 177-189.
11. Sánchez-Fernández, D., Galassi, D. M. P., Wynne, J. J., Cardoso, P., Mammola, S. Don't forget subterranean ecosystems in climate change agendas. Nature Climate Change. 2021.V. 11. P. 458–459.

ОЦЕНКА ТРОФИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА ПО КОМПЛЕКСУ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Кутявина Т.И.[1], Ашихмина Т.Я.[1, 2]
[1] Вятский государственный университет, г. Киров, Россия
[2] Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар, Россия
kutyavinati@gmail.com

ASSESSMENT OF THE TROPHIC STATE OF A WATER BODY BY A COMPLEX OF BIOLOGICAL AND CHEMICAL INDICATORS

Kutyavina T.I.[1], Ashikhmina T.Ya.[1, 2]
[1] Vyatka State University, Kirov, Russia
[2] Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia
kutyavinati@gmail.com

Аннотация. Приведены результаты биоиндикационных исследований и гидрохимического анализа воды из Омутнинского водохранилища Кировской области. Данный водоем является русловым водохранилищем равнинного типа, создан в XVIII веке для водоснабжения металлургического производства. В настоящее время водохранилище используется для культурно-бытовых целей и рекреации. Отмечено, что по степени зарастания акватории высшими водными растениями, по содержанию в воде органических веществ, величине pH и концентрации растворенного в воде кислорода изучаемое водохранилище можно отнести к эвтрофному типу. По трофо-сапробным показателям Омутнинское водохранилище можно отнести к олиго- и мезосапробным водоемам. В изучаемом водоеме отмечено наличие растений-индикаторов эвтрофирования (ряски малой и многокоренника обыкновенного) и загрязнения воды (рдеста пронзеннолистного и рогоза широколистного). За период с мая по октябрь 2021 г. было зафиксировано несколько вспышек «цветения» воды. Наиболее интенсивное развитие фитопланктона отмечено в середине июля в центральной части водохранилища, при этом в фитопланктоне доминировали цианобактерии Aphanizomenon sp. Массовое развитие фитопланктона преимущественно отмечали в центральном и приплотинном участках водохранилища. Данные участки испытывают повышенную антропогенную нагрузку по сравнению с верховьем водоема.

Ключевые слова: водоем, эвтрофирование, биоиндикация, биогенные элементы, органическое вещество.

Abstract. The article presents the results of bioindicative studies and hydrochemical analysis of water from the Omutninsky reservoir in the Kirov region (Russia). This reservoir was created in the XVIII century for the water supply of metallurgical production. Currently, the reservoir is used for cultural and domestic purposes and recreation. It is noted that according to the degree of overgrowth of the water area with higher aquatic plants, the content of organic substances in water, the pH value and the concentration of oxygen dissolved in water, the studied reservoir can be attributed to the eutrophic type. According to tropho-saprobic parameters, the Omutninskoe reservoir can be attributed to oligo- and mesosaprobic water bodies. In the studied water body, the presence of plants-indicators of eutrophication (Lemna minor L. and Spirodela polyrhiza (L.) Schleid.) and water pollution (Potamogeton perfoliatus L. and Typha latifolia L.) was noted. During the period from May to October 2021, several intensive algae blooms were recorded. The most intensive growth of phytoplankton was noted on July 14 in the

central part of the reservoir. According to the algological analysis, the water samples taken in this area were dominated by cyanobacteria Aphanizomenon sp. The mass growth of phytoplankton was mainly noted in the central and dam areas of the reservoir. These areas experience an increased anthropogenic load compared to the upper reaches of the reservoir.

Keywords: water body, eutrophication, bioindication, nutrients, organic matter.

Проблема эвтрофирования занимает центральное место среди современных проблем водной экологии. Чаще всего причиной эвтрофирования является увеличение биогенной нагрузки на водоем, а последствием – интенсивное «цветение» цианобактерий (ЦБ) с последующим отмиранием их избыточной биомассы, выделением токсинов, нарушением кислородного режима, проявлениями гниения и т. д. (Фрумин, Хуан, 2012). Для оценки трофического состояния водного объекта и прогноза развития в нем процессов эвтрофирования необходимо проводить биоиндикационные исследования на акватории и регулярные наблюдения за химическим составом воды в водоеме.

Цель данной работы – оценить трофическое состояние водоема по данным биоиндикационных исследований и результатам гидрохимического анализа.

Объектом исследования является Омутнинское водохранилище. Это русловое равнинное водохранилище, расположенное в северо-восточной части Кировской области. Водоем был создан в XVIII веке для водоснабжения металлургического производства. В настоящее время Омутнинское водохранилище относится к водным объектам культурно-бытового водопользования. Полный объем водоема составляет 32,5 млн. м3, площадь зеркала – 9,5 км2. Регулярные наблюдения за трофическим состоянием данного водоема проводятся сотрудниками Вятского государственного университета с 2011 г. По характеру использования и степени антропогенной нагрузки водохранилище условно можно разделить на три участка: верховье, центральный и приплотинный. Берега в верховье водоема заняты естественной растительностью, антропогенная нагрузка на этот участок водохранилища минимальная (рекреация, рыбная ловля). На центральном и приплотинном участках антропогенная нагрузка выше, чем в верховье водоема. На берегах вдоль центрального участка водохранилища расположены лечебно-оздоровительные учреждения и садоводческие общества, а на берегах в приплотинной части водоема находятся жилая застройка и промышленные объекты, а также автодорога.

Биоиндикационные исследования включали в себя обследование акватории водохранилища, выявление зарослей высших водных растений, растений-индикаторов эвтрофирования и загрязнения, участков массового развития фитопланктона.

Гидрохимический анализ включал в себя определение общих и суммарных показателей качества природных поверхностных вод (табл.). Пробы воды для анализа отбирали в верховье, на центральном и приплотинном участках водохранилища с глубины 0,3 м. Отбор проб воды проводили в начале, середине и конце вегетационного сезона. Анализ проб проводили в аккредитованной экоаналитической лаборатории Вятского государственного университета.

Согласно результатам биоиндикационных исследований, проведенных в 2021 г., заросли высших водных растений обнаружены преимущественно на мелководных прибрежных участках в центральной части и в верховье Омутнинского водохранилища. Площадь зарастания водоема составляет до 20-30% акватории. По степени зарастания акватории Омутнинское водохранилище можно отнести к слабоэвтрофным водоемам. На разных участках акватории доминировали следующие виды растений: горец земноводный (водная форма), камыш озерный, рдест блестящий, рогоз широколистный, хвощ речной, осоки. На приплотинном участке акватории заросли макрофитов обнаружены не были, за исключением небольших куртин рдеста пронзеннолистного. На центральном участке

водохранилища в небольшом количестве обнаружены ряска малая и многокоренник обыкновенный. Эти растения являются индикаторами эвтрофирования водоемов. На центральном участке и в верховье отмечены заросли рдеста пронзеннолистного (индикатора загрязнения тяжелыми металлами), а также рогоза широколистного (индикатора органического загрязнения и загрязнения тяжелыми металлами).

В 2021 г., в период с мая по сентябрь, на акватории Омутнинского водохранилища неоднократно наблюдали вспышки «цветения» воды. Наиболее интенсивное развитие фитопланктона наблюдали 14.07.2021 г. на участке вблизи центральной части водохранилища. Согласно проведенному альгологическому анализу, в пробах воды, отобранных на этом участке, преобладали ЦБ Aphanizomenon sp. (Кутявина и др., 2022).

В таблице представлены результаты гидрохимического анализа, выполненного в 2021 г. в начале и в середине вегетационного сезона, после вспышки «цветения» воды. Согласно полученным результатам (табл.), значения некоторых показателей качества воды изменились во время и после массового развития фитопланктона. Например, на центральном участке водохранилища в период массового развития водорослей и ЦБ значение pH возросло с 7,1 до 11,1. Известно, что в эвтрофных пресноводных водоемах при интенсивном размножении ЦБ наблюдается увеличение потребления CO2 и резкое увеличение значений pH до 10 и выше (Paerl, Paul, 2012). Содержание трудноокисляемых органических веществ, определяемое по ХПК, уменьшилось после «цветения» воды. Во время массового развития и отмирания ЦБ в водоеме могут активно развиваться сапротрофные бактерии. Возможно, уменьшение содержания в воде органических веществ, определяемых по величине ХПК, связано с их деструкцией сапротрофными бактериями. В период массового развития фитопланктона в водохранилище отмечено снижение концентрации в воде аммонийного азота и фосфат-ионов, что может быть связано с их потреблением водорослями и ЦБ. Увеличение содержания нитрит- и нитрат-ионов в середине вегетационного периода может быть связано с процессами нитрификации, протекающими в водоеме.

Таблица. Результаты химического анализа проб воды, отобранных из Омутнинского водохранилища в 2021 году до и после интенсивного «цветения» воды (указаны диапазоны от минимального до максимального значений)

Показатель	Дата отбора проб	
	06.06.2021 г.	17.07.2021 г.
Водородный показатель, ед. pH	6,8–7,1	7,5–11,1
Цветность, град. цветности	70–80	66–82
Мутность, единиц мутности по формазину	3,5–4,5	3,0–4,2
ХПК, мгО/дм^3	65–76	15–23
Перманганатная окисляемость, мгО/дм^3	9,2–10,0	8,1–11,2
Растворенный кислород, мг/дм^3	7,1–7,7	7,0–8,4
Ион аммония, мг/дм^3	0,73–1,13	0,26–0,39
Нитрит-ион, мг/дм^3	менее 0,020–0,024	менее 0,020–0,171
Нитрат-ион, мг/дм^3	менее 0,01	менее 0,01–1,16
Фосфат-ион, мг/дм^3	менее 0,05–0,059	менее 0,05
Кремний, мг/дм^3	1,08–1,22	0,47–1,70

В научной литературе и нормативных документах предложено множество классификаций, позволяющих по комплексу физико-химических показателей оценить трофический статус и экологическое состояние водного объекта. Для оценки трофического состояния водных экосистем может использоваться величина pH при 100%-ном нормальном насыщении воды кислородом, названная «Index of trophical state (ITS)» (Неверова-Дзиопак, Цветкова, 2020). По величине ITS Омутнинское водохранилище

относится к эвтрофному типу. Согласно классификации водоемов по трофо-сапробным показателям, представленной в ГОСТ 17.1.2.04–77, Омутнинское водохранилище может быть отнесено к олиго- и мезосапробным водоемам. В соответствии с классификацией степени загрязнения воды по содержанию растворенного кислорода вода в Омутнинском водохранилище является чистой и умеренно загрязненной, а по содержанию аммонийного азота – умеренно загрязненной и загрязненной.

В целом, по комплексу результатов биоиндикационных исследований и гидрохимического анализа, можно сделать вывод, что в настоящее время Омутнинское водохранилище относится к эвтрофному типу. В водохранилище несколько раз за вегетационный сезон отмечается интенсивное «цветение» воды. При этом участки массового развития фитопланктона, в том числе ЦБ, отмечены преимущественно в центральной и приплотинной частях водохранилища. Данные акватории испытывают повышенную антропогенную нагрузку по сравнению с верховьем водоема.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых учёных – кандидатов наук (МК-5830.2021.1.5).

Список литературы

1. Кутявина Т.И., Кондакова Л.В., Ашихмина Т.Я. Влияние цианобактерий на состояние водной среды эвтрофированного водоема // Микроорганизмы и плодородие почвы: материалы I Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Евгении Матвеевны Панкратовой. Киров: Вятский ГАТУ, 2022. С. 70–73.
2. Неверова-Дзиопак Е., Цветкова Л.И. Оценка трофического состояния поверхностных вод. Спб.: СПбГАСУ, 2020. 176 с.
3. Фрумин Г.Т., Хуан Ж.-Ж. Вероятностная оценка трофического статуса водных объектов. Методическое пособие. СПб.: РГГМУ. 2012. 28 с.
4. Paerl H.W., Paul V.J. Climate change: links to global expansion of harmful cyanobacteria // Water Research. 2012. V. 46. No. 5. P. 1349–1363. doi: 10.1016/j.watres.2011.08.002

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ ТУРГОЯКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ

Лукина Н.В., Филимонова Е.И., Глазырина М.А., Чибрик Т.С.
Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
natalia.lukina@urfu.ru

FLORA AND VEGETATION RESTORATION ON THE TURGOYAK LIMESTONE DEPOSIT DISTURBED LANDS

Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazyrina M.A., Chibrik T.S.
Ural Federal University. First President of Russia B.N. Yeltsin, St. Ekaterinburg, Russia
natalia.lukina@urfu.ru

Аннотация. В статье дана экологическая оценка начальных этапов формирования флоры и растительности на разновозрастных участках карьера Тургоякского месторождения флюсовых известняков, расположенного в Челябинской области (лесостепная зона). Исследования показали, что формирование растительности происходит медленно, первые травянистые растения начинают поселяться на участках 3-летнего

возраста, самосев древесных видов (*Betula pendula* Roth, *Pinus sylvestris* L.) отмечается на участках с 7-летнего возраста. С 15–20-летнего возраста формируются сложные растительные группировки с рединой из подроста *Betula pendula*. В условиях карьера растительные сообщества характеризуются низкими показателями проективного покрытия и видового разнообразия. Формирование флоры первые 10 лет идет, в основном, за счет многолетних мезофитных сорно-рудеральных и лугово-сорных полизональных видов. С увеличением возраста растительных сообществ наблюдается рост числа и доли луговых, лесных и лугово-лесных видов. Нарушенные земли могут длительный период являться территориями с повышенной концентрацией адвентивных видов.

Ключевые слова: адвентивные виды, известняки, карьер, растительность, флора.

Abstract. An ecological assessment of the formation of flora and vegetation in uneven-aged sections of the Turgoyakskoye flux limestone quarry located in the Chelyabinsk region (forest-steppe zone) is given in the article. Studies have shown that the formation of vegetation is slow, the first herbaceous plants begin to settle in areas of 3 years of age, self-sowing of tree species (*Betula pendula* Roth, *Pinus sylvestris* L.) is observed in areas from the age of 7 years. Complex plant groups with radishes from the undergrowth of *Betula pendula* are formed from the age of 15–20 years. Under the conditions of a quarry, plant communities are characterized by low rates of projective cover and species diversity. The formation of the flora during the first 10 years is mainly due to perennial mesophytic weed-ruderal and meadow-weed polyzonal species. With an increase in the age of plant communities, an increase in the number and proportion of meadow, forest and meadow-forest species is observed. Disturbed lands can be areas with a high concentration of adventive species for a long period.

Keywords: adventitious species, limestones, quarry, vegetation, flora.

В горнодобывающую промышленность входит множество отдельных производств, осуществляющих разработку полезных ископаемых: угля, глины, асбеста, слюды, графита, известняка, железной руды, благородных и базовых металлов, а также всевозможных минеральных материалов, применяющихся в строительстве. Добыча ведется в шахтах (подземный способ) и открытым карьерным способом. Открытые горные работы сопровождаются наиболее существенными нарушениями ландшафта и гидрологических условий района разработок и нарушением или полной утратой почвенного и растительного покровов на значительных территориях (Chibrik et al., 2016).

Изучение начальных этапов естественного зарастания на подобных территориях представляет большой интерес, так как позволяет с учетом зонально-климатических условий оценить закономерности формирования, особенности и направленность развития растительности.

Целью исследований было изучение восстановления флоры и растительности в процессе самозарастания на нарушенных землях Тургоякского месторождения флюсовых известняков (Средний Урал).

Месторождение расположено в 81 км на запад от г. Челябинска и в 2,1 км на запад от г. Миасса. Миасский район представлен двумя крупными месторождениями известняков – Тургоякским и Атлянским. Они приурочены к эффузивно-осадочным толщам среднедевонского возраста. Известняки образуют отдельные полосы протяженностью до нескольких км и шириной 100–800 м.

Территория района исследования расположена на равнинной местности с перепадами высот 10–20 м. Климат – континентальный, умеренно прохладный с достаточным увлажнением. По данным метеостанции г. Миасса, средняя годовая температура составляет +1,5 °С, средняя температура января – -15,1 °С, средняя температура июля –

+15,5 °С. При среднем годовом количестве осадков 478 мм, за теплый период (апрель–октябрь) выпадает 362 мм.

Район исследования расположен в лесостепной зоне. В северной части березовая лесостепь в восточных предгорьях уступает место сосновым лесам. Преобладающие почвы – горно-лесные и дерново-подзолистые. Большое место занимают болотно-глеевые почвы (Шакиров, 2011).

Горные работы на Тургоякском месторождении флюсовых известняков с 1920-х гг. производит горнодобывающее предприятие ОАО «Тургоякское рудоуправление». Добываемый известняк уникален по породному составу: характеризуется высоким содержанием окиси кальция (54,8 %), низким содержанием кремнезема (0,5 %) и отличается высокой чистотой. Включения посторонних примесей (0,015 % P; 0,01 % S) составляют около одного процента (Геология СССР, 1973).

За период производства открытых горных работ на «Тургоякском» месторождении образована одна карьерная выемка площадью 103 га. Глубина карьера вдоль северного борта составляет 90 м, а вдоль юго-западного – 110 м.

После прекращения горных работ отдельные участки карьера постепенно зарастали в результате заноса семян с окружающих территорий. Динамика формирования флоры и растительности изучалась на серии разновозрастных участков, возраст которых определялся по маркшейдерским данным.

Обследование растительности проводилось по общепринятой в геоботанике методике. Выявление видового состава адвентивных видов проводилось по сводке П.В. Куликова (2005).

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что на участках карьера 1–2-летнего возраста растительность отсутствовала. Первые растения начинают появляться на 3-летних участках: это единичные особи *Taraxacum officinale* (L.) Webb ex F.H.Wigg. и *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop. К 5-летнему возрасту формируются разнотравные сложные растительные группировки с преобладанием *Tussilago farfara* L., *Artemisia absinthium* L., *Hyoscyamus niger* L. Единично встречаются *Linaria vulgaris* Mill., *Urtica dioica* L., *Chenopodium album* L. и др. Общее проективное покрытие растительностью (ОПП) варьирует от 10 до 20 %.

На 7–10-летних участках карьера появляются единичные особи самосева древесных видов: *Betula pendula* Roth высотой 35–45 см и *Pinus sylvestris* L. высотой 15–25 см. В разреженном травянистом ярусе (ОПП 25–30 %) преобладает *Artemisia absinthium* L., редко встречаются *Ch. album, Berteroa incana* (L.) DC.

На участках карьера 10–15-летнего возраста высота *B. pendula* достигает 85–120 см, встречаются единичные особи *P. sylvestris* высотой до 50 см. На участках с более благоприятными условиями увлажнения увеличивается обилие травянистых видов. Группами встречаются: *U. dioica, Ch. album, A. absinthium*; появляются такие виды, как *Trifolium medium* L. и *Vicia cracca* L. и *Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski (ОПП 30–40 %).

На 15–20-летних участках высота *B. pendula* достигает 2,0–2,5 м. *P. sylvestris* встречается редко, высота около 70 см. Из травянистых видов доминируют *A. absinthium* и *L. vulgaris*, увеличивается обилие *T. medium, Achillea millefolium* L. и *Fragaria vesca* L., появляются единичные особи *Primula veris* L., *Origanum vulgare* L. ОПП травянистых видов на отдельных участках достигает 40–50 %.

Анализ биоэкологической структуры флоры, формирующейся на разновозрастных участках карьера Тургоякского месторождения известняков показал, что во всех растительных сообществах преобладают многолетние виды, доля их с увеличением возраста растительных сообществ растет. Так на 3–5-летних участках многолетники составляют 66,7 %, на 10–15-летних – 75,0 %, на 15–20-летних – 84,2 %.

В структуре экоморф основную долю среди экологических групп составляют мезофиты, их доля варьирует от 66,7 % на 3–5-летних участках, до 63,1 % на 15–20-летних. Высокую долю составляют виды мезоксерофитной группы.

В ценотическом спектре всех растительных сообществ преобладают сорно-рудеральные и лугово-сорные виды. С увеличением возраста растительных сообществ доля этих видов уменьшается, наблюдается рост числа и доли луговых, лесных и лугово-лесных видов (рис. 1).

По способам распространения плодов и семян на всех участках преобладает группа анемохоров (66,7 % на 3–5-летних участках; 42,1 % на 15–20-летних), значительную долю составляют автохоры и баллисты.

В структуре биоморф преобладают стержнекорневые травы. С увеличением возраста растительных сообществ происходит рост доли короткокорневищных (от 6,3 % на 7–10-летних участках до 26,3 % на 15–20-летних) и уменьшение доли длиннокорневищных растений (от 33,3 % на 3–5-летних участках до 15,8 % на 15–20-летних).

Анализ широтного распространения компонентов флоры показал преобладание в изученных растительных сообществах полизональных видов. С увеличением возраста растительных сообществ наблюдается рост числа и доли бореально-неморальных и лесостепных видов (рис. 2). По долготному распространению основу составляют группы евразиатских и циркумполярных видов.

Анализ динамики флористического богатства показал, что восстановление альфа-разнообразия с увеличением возраста растительных сообществ происходит медленно: от 9 видов в 3–5-летних растительных сообществах, до 19 – в 15–20-летних.

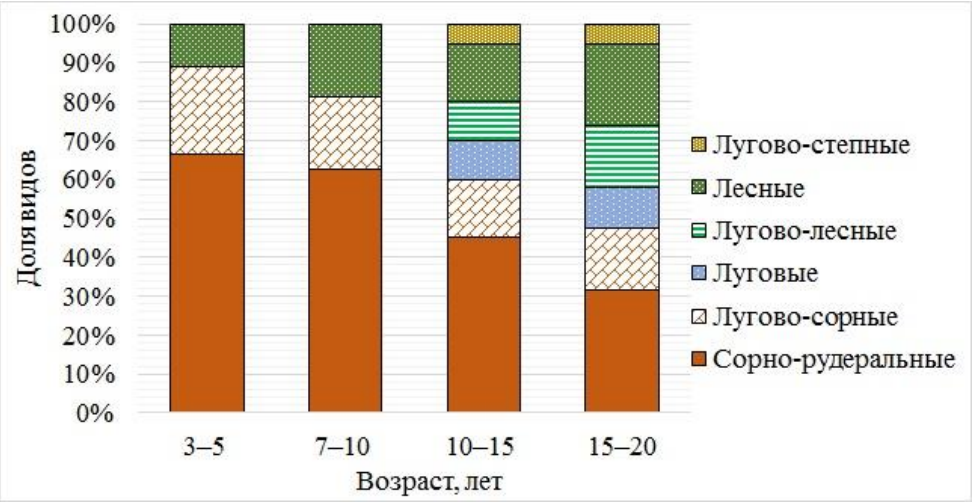


Рисунок 1. Структура ценотического спектра флоры разновозрастных участков Тургоякского месторождения флюсовых известняков

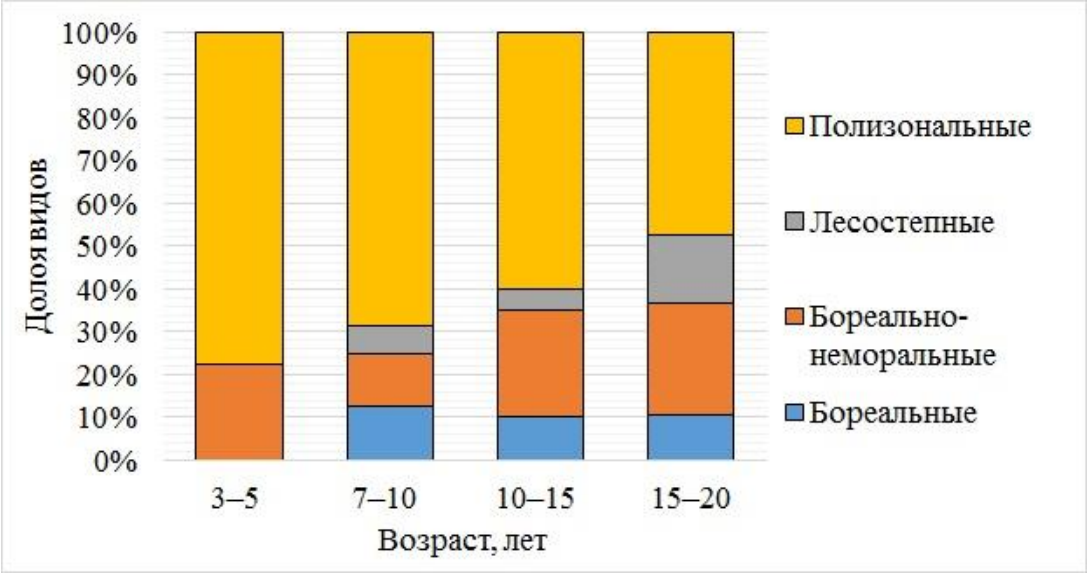


Рисунок 2. Динамика широтного распространения компонентов флоры разновозрастных участков карьера Тургоякского месторождения флюсовых известняков

В составе флоры карьера были отмечены 8 адвентивных видов: Artemisia absinthium L., Berteroa incana, Lepidium ruderale L., Capsella bursa-pastoris (L.) Medik., Hyoscyamus niger L., Leonurus quinquelobatus Gilib., Onopordum acanthium L., Sonchus arvensis L. По способу натурализации все выявленные виды относятся к группе эпекофитов. Это виды-пришельцы, которые активно расселяются по территориям, образованным в результате хозяйственной деятельности человека: обочинам дорог, пустырям, отвалам, карьерам. Данные виды составляют неотъемлемую часть исследуемой флоры, находящейся в стадии формирования и являются ее динамичным компонентом (Туганаев, Пузырев, 1988). Количество адвентивных видов на разновозрастных участках карьера варьировало от 2 – на 3–5-летних участках, до 6 – на 10–15-летних (рис. 3).

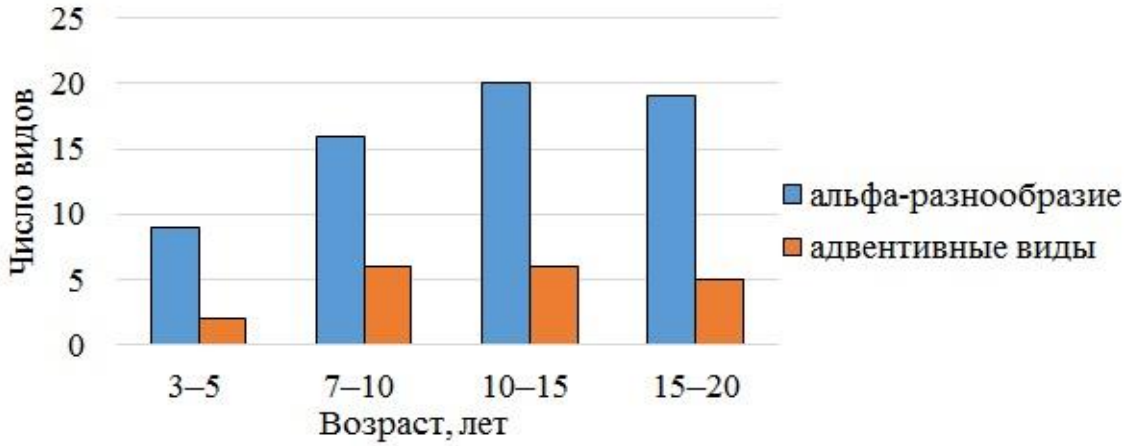


Рисунок 3. Адвентивный компонент флоры разновозрастных участков карьера Тургоякского месторождения флюсовых известняков

Таким образом, проведенные исследования показали, что естественное зарастание нарушенных участков карьера Тургоякского месторождения флюсовых известняков начинается с 3-летнего возраста после завершения разработок. Первоначально на отвалах формируются пионерные растительные группировки, представленные, в основном, сорно-рудеральными видами. Начиная с 7-летнего возраста появляется самосев древесных видов:

Betula pendula и *Pinus sylvestris*. На участках 15–20-летнего формируются сложные растительные группировки с рединой из подроста *Betula pendula*. В условиях карьера растительные сообщества характеризуются низкими показателями проективного покрытия и видового разнообразия. Флора представлена, в основном, многолетними сорно-рудеральными и лугово-сорными видами, относящимися к полизональной группе. Формирование флоры сопровождается ростом числа и доли лесных и лугово-лесных видов бореально-неморальной группы, появлением лесостепных видов. Нарушенные земли длительный период являются территориями с повышенной концентрацией адвентивных видов.

Выявленные особенности восстановления растительности могут быть использованы при дальнейшем планировании и проведении рекультивационных работ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках выполнения государственного задания УрФУ FEUZ-2020-0057.

Список литературы

1. Геология СССР. Полезные ископаемые. Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области. М.: Недра, 1973. Т. XII. 632 с.
2. Куликов П.В. Конспект флоры Челябинской области (сосудистые растения). Екатеринбург – Миасс: «Геотур», 2005. 537 с.
3. Туганаев В.В., Пузырев А.Н. Гемерофиты Вятско-Камского междуречья. Свердловск: Изд-во Урал. Ун-та, 1988. 128 с.
4. Шакиров А.В. Физико-географическое районирование Урала // Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 617 с.
5. Chibrik T.S., Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazyrina M.A., Rakov E.A., Maleva M.G., Prasad M.N.V. Biological recultivation of mine industry deserts: facilitating the formation of phytocoenosis in the middle Ural region, Russia // Bioremediation and Bioeconomy. Amsterdam: Elsevier, 2016. С. 389–418.

АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ Р. ЕЯ

Лысенко А.С.[1], Максименко А.Г.[1]
[1]Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,
г. Краснодар, Российская Федерация
maximenkoanna@rambler.ru

ANALYSIS OF THE DEGREE OF POLLUTION OF THE AQUATIC ENVIRONMENT OF THE R. YEYA

Lysenko A.S.[1], Maximenko A.G.[1]
[1]Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin,
Krasnodar, Russian Federation
maximenkoanna@rambler.ru

Аннотация. В статье рассмотрен анализ экологического состояния берега реки Ея на территории Крыловского района Краснодарского края. В настоящее время всё более актуальной становится проблема изменения окружающей среды под влиянием антропогенных факторов. Особенно это сказывается на водных экосистемах, оказавшихся наиболее чувствительным звеном природной среды. Изучение экологической ситуации в

бассейнах рек является актуальным, так как качество питьевой воды зависит от качества поверхностных водоёмов.

Ключевые слова: экология, река, антропогенное воздействие, берег, агроэкосистема, загрязнение водоема.

Abstract. The article considers the analysis of the ecological state of the bank of the river Yeya on the territory of the Krylovsky district of Krasnodar Region. Currently, the problem of environmental changes under the influence of anthropogenic factors is becoming more and more urgent. This especially affects aquatic ecosystems, which have turned out to be the most sensitive part of the natural environment. The study of the ecological situation in river basins is relevant, since the quality of drinking water depends on the quality of surface reservoirs.

Keywords: ecology, ecology, river, anthropogenic impact, shore, agroecosystem, pollution of the reservoir.

Целью данной работы является изучение экологического и фактического состояния участка реки Ея станицы Крыловской.

Территория Краснодарского края имеет весьма неоднородную характеристику, разнообразие геоморфологических систем, в том числе полого-наклонная равнина на северо-западе, средне- и высокогорные территории на юге и юго-востоке, и данные факты сказываются на особенностях распределения гидросети, с выделением трех регионов (бассейн реки Кубань, бассейн Азово-Кубанских рек и бассейн черноморских рек), выделяющихся своеобразием направленности и интенсивности стока речных систем. Большое значение в гидрологическом обустройстве края играют горные системы, разделяющие гидрологическую сеть Краснодарского края на две части: северную, речные стоки которой в основном входят к Азовскому морю, и южную, небольшие горные речки которой несут свои воды в Черноморский бассейн.

Исследуемая территория – река Ея, длина 311 км. Начало – слияние рек Карасун и Упорная, у ст. Новопокровской. Типичная степная река, впадает в Ейский лиман Азовского моря. Истоки реки Ея располагаются на абсолютных высотах не более 100 м. Река берёт свое начало от родников. Питание дождевое и грунтовое. Глубина от 1,5 м до 4,5 м. Весеннее половодье носит временный характер, а в отдельные годы вообще не наблюдается. В засушливое время, во второй половине лета, местами пересыхает, часто зарастая тростником и камышом. Участок реки Ея, являющийся исследуемым объектом, находится в ст. Крыловской, когда как полностью река расположена по всей территории Крыловского района. Сама река представляет собой типичную степную реку, которую подпитывают маленькие ручейки. Объектом исследования был выбран участок реки Ея возле ст. Крыловской, на северо-востоке Краснодарского края: общая площадь исследуемой территории 14 040 м^2.

Климат изучаемой территории континентально степной, значительное количество осадков в течение года. Средняя годовая температура составляет 13 °С. Среднее количество осадков в год составляет 597 мм. Осадки являются самыми низкими в февраль, в среднем 36 мм, 68 мм, наибольшее количество осадков, выпадает в течение июня. Между сухим и дождливым месяцем, разница в осадках 32 мм. При средней температуре 23,7°С, июль – самый жаркий месяц года. Январь имеет самую низкую среднюю температуру года, 3,0°С. В течение года средняя температура колеблется от 26,7°С.

В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования величина pH не должна выходить за рамки от 6,5 до 8,5. Для исследования pH были взяты 3 пробы: вода р. Ея вдоль населенного пункта, вода р. Ея возле парка, вода р. Ея вдоль автомобильной дороги. Измерения

проводились с помощью pH-метра. Точность измерения составляет 0,1. Результаты прилагаются в таблице 1.

Таблица 1. Определение водородного показателя

Номер пробы	Место отбора пробы воды	Показание прибора	Среда
1	Вода р. Ея вдоль населенного пункта	8,0	Слабощелочная
2	Вода р. Ея возле парка	7,8	Слабощелочная
3	Вода р. Ея вдоль автомобильной дороги	8,3	Слабощелочная

Общее проективное покрытие прибрежной территории участка реки Ея станицы Крыловской составляет примерно 75%. Среди растительности преобладают гемикриптофиты (одуванчик полевой, лопух большой, лютик, злаки, крапива двудомная), также присутствуют некоторые представители фанерофитов (ива, береза обыкновенная, тополь), криптофитов (рогоз, тростник южный), хамефитов (пырей ползучий) и других сорных растений. Из древесной растительности преобладают ива и береза обыкновенная, чуть реже встречается тополь.

В настоящее время ухудшение ситуации с экологическими показателями во многих регионах обусловлено дефицитом пресных вод, нерациональным их использованием, в связи с чем, решение комплексных задач, связанных с охраной природы представляется практически невозможным, без учета водного фактора (Белюченко, 2010).

Социальные и экономические сложности в ведении хозяйственных вопросов, как в региональных, так и в общегосударственных масштабах из-за недостатка природных вод или же, как следствие их нерационального использования – демонстрирует наступление водного кризиса (Прикладная экология…, 2012).

Массовым источником загрязнения поверхностных вод являются бытовые (или коммунальные) сточные воды. В растворенном виде в сточных водах присутствуют поверхностно активные вещества, содержащиеся в компонентах бытовой химии и отходах жизнедеятельности человека (Стрельников, 2015).

Проблема получения чистой питьевой воды возникла с возрастанием дефицита поверхностных вод. Без тщательного контроля состояния последних невозможно предупредить возникновение неблагоприятных экологических ситуаций. Известно, что качество воды, ее биологическая полноценность в значительной мере определяется состоянием биогидроценозов. Поэтому из всех существующих систем контроля качества природных вод только система гидробиологического контроля дает непосредственную оценку состояния биогидроценозов, и в этом ее основное преимущество перед другими системами контроля и качества вод. Все это настоятельно требует широкого внедрения в практику экологического мониторинга методов гидробиологического анализа.

Особую тревогу вызывает загрязнение реки Ея, а также ее осушение и увеличение количества ила на дне водоема.

Основными причинами загрязнения являются: заиление степных рек и ухудшение их проточности, ухудшение физических свойств грунтов, из-за их уплотнения тяжелой техникой, нарушение технологии при строительстве дорог, неправильная распашка земель, смыв пестицидов и удобрений с полей в водоем осадками. Как и во многих реках Кубани в водах реки Ея обнаружены хлор- и фосфорсодержащие пестициды. Кроме того, значительное антропогенное воздействие на реку Ея оказывают небольшие дамбы и пруды. Следствием этого является осушение значительных участков Еи, особенно в летний период, что также сулит вымирание водных растений и животных.

Берег исследуемой территории почти не загрязнен бытовым мусором, но в целом береговая линия реки Ея сильно загрязнена целлофановыми пакетами, окурками, пластиковыми бутылками и многими другими отходами, являющимися результатом человеческой жизнедеятельности.

Для улучшения качества экологии на реке Ея следует предложилть провести массовые мероприятия по очистке береговой линии от бытового мусора; по возможности, минимизировать использование химических удобрений для улучшения качества плодородия почв; ужесточить меры контроля за браконьерством; сократить числа прудов и подпруженных участков; осуществлять контроль и наложить строгий запрет передвижения тяжелой сельскохозяйственной техники по асфальтированным дорогам; осуществлять рациональное использование воды и почв; производить рациональную распашку сельскохозяйственных земель. В итоговом анализе следует отметить, территория исследуемого участка реки Ея загрязнена примерно на 20%, береговая линия на протяженности всей реки загрязнена на 60-70%.

Список литературы

1. Белюченко И.С. Экология Краснодарского края. Краснодар, 2010. 356 с.
2. Прикладная экология: учебник / Стрельников В.В., Гудзь Г.П., Скрипник Д.С. [и др.]. Краснодар, 2012. 452 с.
3. Стрельников В.В., Хмара И.В. Учение о гидросфере. Краснодар, 2015. 224 с.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПОСЛЕ БИОРЕМЕДИАЦИИ БИОЧАРОМ И ГУМАТОМ НАТРИЯ

Минникова Т.В., Русева А.С., Колесников С.И., Труфанов Д.А.
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Южного федерального университета, г. Ростов-на-Дону, Россия
loko261008@yandex.ru

MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF HAPLIC CHERNOZEM CONTAMINATED BY PETROLEUM HYDROCARBONS AFTER BIOREMEDIATION WITH BIOCHAR AND SODIUM HUMATE

Minnikova T.V., Ruseva A.S., Kolesnikov S.I., Trufanov D.A.
Academy of Biology and Biotechnology named by D.I. Ivanovsky, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
loko261008@yandex.ru

Аннотация. Микробиологические показатели почв являются чувствительными и информативными показателями восстановления почв после нефтезагрязнения. Применение биочара и гумата натрия для ремедиации нефтезагрязненной почвы позволяет улучшить экологическое состояние, оцененное по изменению микробиологической активности почв. Установлено, что численность амилолитических и аммонифицирующих бактерий чернозема обыкновенного при нефтезагрязнении после внесения биочара была простимулирована на 9 и 54%, а численность аммонифицирующих бактерий при внесении гумата натрия на 41%. Применение биочара в нефтезагрязненном черноземе способствует восстановлению численности почвенных бактерий, а применение гумата натрия - численности актиномицетов и аммонифицирующих бактерий.

Ключевые слова: ремедиация, загрязнение почв, нефть, общая численность бактерий, актиномицеты, амилолитические бактерии, аммонифицирующие бактерии, устойчивость.

Abstract. Soil microbiological indicators are sensitive and informative indicators of soil recovery after oil pollution. The use of biochar and sodium humate in petroleum hydrocarbons contaminated soil improves the ecological state, assessed by changes in soil microbiological activity. It was found that the number of amylolytic and ammonifying bacteria in Haplic chernozem during petroleum hydrocarbons pollution after the introduction of biochar was stimulated by 9 and 54%, and the number of ammonifying bacteria after the introduction of sodium humate by 41%. The use of biochar in petroleum hydrocarbons-contaminated Haplic chernozem helps to restore the number of soil bacteria, and the use of sodium humate helps to restore the number of actinomycetes and ammonifying bacteria.

Keywords: remediation, soil pollution, petroleum hydrocarbons, total number of bacteria, actinomycetes, amylolytic bacteria, ammonifying bacteria, resistance.

Введение

Микробиологическая активность почв является важнейшим диагностическим показателем состояния почв при различных видах антропогенного воздействия в том числе при загрязнении нефтяными углеводородами (Звягинцев и др., 1992; Kolesnikov et al., 2010). Изменение численности и состав почвенных бактерий при нефтезагрязнении непосредственно влияет на физико-химические свойства и ферментативную активность почв и на эмиссию CO_2 (Водяницкий и др., 2016; Minnikova et al., 2019, 2021). По данным Т.Г. Добровольской в биомассе чернозема обыкновенного при нормальных условиях функционирования абсолютно доминируют грибы (87,8% от общего числа) и споры грибов (8%), а доля бактерий составляет лишь 2,8% (Dobrovol'skaya et al., 2015). Именно грибы осуществляют деструкцию растительного материала, которые не фиксируют азот. При антропогенной нагрузке на почвы это равновесие нарушается. В связи с этим происходит существенные изменения в циклах углерода и азота. Достаточный уровень содержания актиномицетов, амилолитических и аммонифицирующих бактерий обеспечивает самоочищение (самовосстановление) почвы при различных видах антропогенного воздействия (Акименко и др., 2013, Артамонова, 2002; Гусев, Минеева, 2003; Akimenko et al., 2014).

Цель исследования – оценить состояние нефтезагрязненного чернозема обыкновенного после биоремедиации биочаром и гуматом натрия по микробиологическим показателям.

Материалы и методы

Объект исследования – чернозем обыкновенный карбонатный, место отбора пашня Ботанического сада Южного федерального университета. Для оценки микробиологической активности почв моделировали нефтяное загрязнение (5% нефти от массы почвы) с внесением биочара и гумата натрия. На протяжении 90 суток от начала эксперимента (после внесения ремедиантов) поддерживали температуру (25°С) и влажность почв (25%).

По окончании периода экспозиции в почве проводили оценку микробиологической активности почв. Общую численность бактерий оценивали методом люминесцентной микроскопии по Д.Г. Звягинцеву, в млрд / 1 г почвы. Для оценки следующих показателей использовали метод глубинного посева на плотные питательные среды (Казеев и др., 2016): численность актиномицетов (подкисленная среда Чапека), аммонифицирующих бактерий (посев на среду МПА), амилолитических бактерий (посев на среду КАА). Численность бактерий рассчитывали в тыс. КОЕ/ 1г почвы.

Результаты

Было исследовано самостоятельное влияние ремедиантов на незагрязненную почву (рис. 1). Установлено, что общая численность бактерий и аммонифицирующих бактерий снижается при внесении всех биоремедиантов на 32-81% от контроля соответственно.

Биочар влиял благоприятно на численность актиномицетов и амилолитических бактерий, стимулируя их численность на 10 и 22% выше контроля соответственно.

Нефтезагрязнение почвы способствовало ингибированию микробиологических показателей в следующем порядке (в % от контроля): аммонифицирующие бактерии (2) < актиномицеты (19) < амилолитические бактерии (24).

При внесении биоремедиантов в нефтезагрязненную почву наблюдали разнонаправленное влияние на микробиологические показатели (рис. 2). Численность почвенных бактерий была максимальной после внесения биочара на 18% выше, чем при нефтезагрязнении.

Численность актиномицетов, напротив, при внесении биочара снижалась на 8% ниже загрязнения, а при внесении гумата натрия была простимулирована на 15% выше, чем при загрязнении нефтью.

Численность амилолитических бактерий при внесении биочара в нефтезагрязненный чернозем увеличилась на 9%. При внесении биочара и гумат натрия численность аммонифицирующих бактерий чернозема обыкновенного возросла на 54 и 41% относительно нефтезагрязнения. Увеличение численности данных видов бактерий обусловлено повышением самоочищающей способности почвы после внесения ремедиантов (Артамонова, 2002).

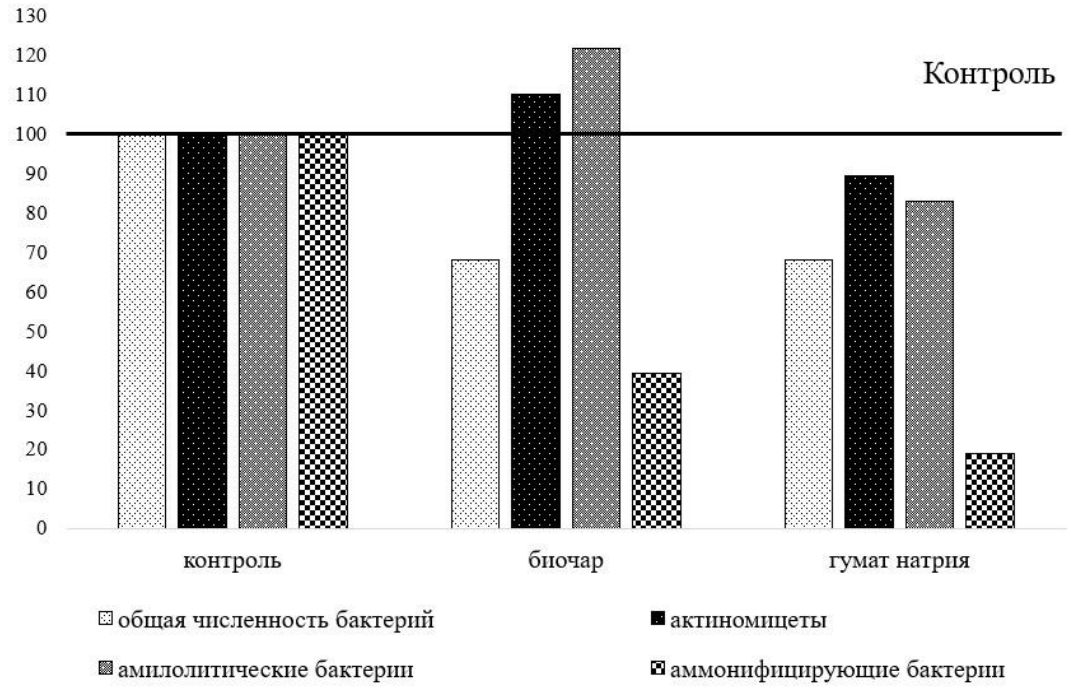


Рисунок 1. Изменение микробиологических показателей почвы без нефти при внесении биоремедиантов, % от контроля

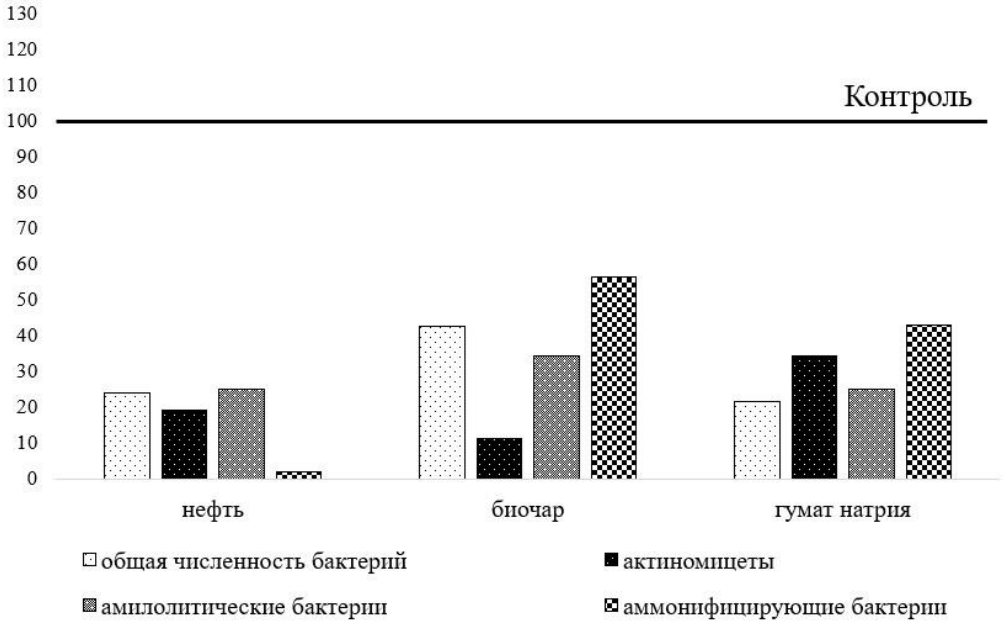


Рисунок 2. Изменение микробиологических показателей нефтезагрязненной почвы при внесении биоремедиантов, % от контроля

Заключение

Применение биочара способствует восстановлению численности амилолитических и аммонифицирующих бактерий, а применение гумата натрия – актиномицетов и аммонифицирующих бактерий. Общая численность почвенных бактерий была простимулирована только при внесении биочара. Применение биочара и гумата натрия в перспективе способствует восстановлению экологического состояния и функций нефтезагрязненной почвы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента МК-175.2022.5 и проекта Министерства науки и высшего образования РФ по поддержке молодежной лаборатории “Агробиотехнологии для повышения плодородия почв и качества сельскохозяйственной продукции” в рамках программы развития межрегионального научно-образовательного центра Юга России (ЛабНОЦ-21-01АБ).

Список литературы

1. Akimenko Y.V., Kazeev K.S., Kolesnikov S.I. The impact of antibiotics (benzylpenicillin, and nystatin) on the biological properties of ordinary chernozems // Eurasian Soil Science. 2014. Т. 47. № 9. С. 910-916.
2. Dobrovol’skaya T.G., Zvyagintsev D.G., Chernov I.Y., Golovchenko A.V., Zenova G.M., Lysak L.V., Manucharova N.A., Marfenina O.E., Polyanskaya L.M., Stepanov A.L., Umarov M.M. The role of microorganisms in the ecological functions of soils // Eurasian Soil Science. 2015. Т. 48. № 9. С. 959-967.
3. Kolesnikov S.I., Gaivoronskii V.G., Rotina E.N., Kazeev K.S., Val'kov V.F. Assessment of soil tolerance toward contamination with black oil in the south of Russia on the basis of soil biological indices: A model experiment // Eurasian Soil Science. 2010. 43(8). С. 929–934.
4. Minnikova T.V., Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh. Impact of ameliorants on the biological condition of oil-contaminated black soil // Soil and Environment, 2019. 38(2). P. 170-180.

5. Minnikova T. Kolesnikov S. Minkina T. Mandzhieva S. Assessment of Ecological Condition of Haplic Chernozem Calcic Contaminated with Petroleum Hydrocarbons during Application of Bioremediation Agents of Various Natures // Land. 2021. 10. 169. https://doi.org/10.3390/ land10020169
6. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Мазанко М.С. Экологические последствия загрязнения почв антибиотиками // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3-4. С. 1196-1199.
7. Артамонова В.С., Курачев В.М., Игнатьев Л.А., Науменко Ю.В. Микробиологические особенности антропогенно преобразованных почв Западной Сибири, Новосибирск, 2002. 210 с.
8. Водяницкий Ю.Н., Трофимов С.Я., Шоба С.А. Перспективные подходы к очистке почв и почвенно-грунтовых вод от углеводородов (обзор) // Почвоведение. 2016. № 6. С. 755-764.
9. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология: Учебник для студ. биол. специальностей вузов. 4-е изд., стер. М.: Издательский центр Академия», 2003. 464 с.
10. Звягинцев Д.Г., Добровольская Т.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М., Лысак Л.В., Мардоенина О.Е. Роль микроорганизмов в биогеоценотических функциях почв // Почвоведение. 1992. № 6. С. 63.
11. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ. 2016. 356 с.

ВЛИЯНИЕ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЦЕНОЗОВ С НУЛЕВОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВ

Мокриков Г.В.[1], Казеев К.Ш.[2]
[1] Донской государственный аграрный университет, пос. Персиановский, Россия
[2] Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
kamil_kazeev@mail.ru

EFFECT OF COVER CROPS ON THE ECOLOGICAL STATE OF AGROCENOSES WITH NO-TILL SOIL

Mokrikov G.V.[1], Kazeev K.Sh.[2]
[1] Don State Agrarian University, pos. Persianovsky, Russian Federation
[2] Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation
kamil_kazeev@mail.ru

Аннотация. Оценка влияния покровных культур на экологическое состояние черноземов Ростовской области в агроценозах с многолетним применением технологии прямого посева показала их, в целом благотворное влияние на биологическую активность. Посеянные после уборки ячменя разные покровные культуры (гречиха, лен масличный, горох посевной, нут, кукуруза, кориандр, сорго, суданская трава фацелия, горчица, редька масличная) оказали нейтральное или положительное воздействие на интегральный показатель биологического состояние (ИПБС) черноземов, обрабатываемых по технологии прямого посева. Значительное превышение ИПБС отмечено только в одной трети вариантов, а в остальных превышение над контролем составляло 4–8%. Выявлена положительная корреляция ИПБС с биологическими параметрами, общей нормой высева семян покровных культур и нормой высева семян гречихи и обратная связь с интенсивностью начального роста растительной тест-культуры.

Ключевые слова: прямой посев, почвозащитная технология, биологическая активность, плодородие.

Abstract. An assessment of the impact of cover crops on the ecological state of the chernozems of the Rostov region in agrocenoses with long-term No-Till showed their generally beneficial effect on biological activity. Various cover crops sown after harvesting barley (buckwheat, flax, sowing peas, chickpeas, corn, coriander, sorghum, Sudanese phacelia grass, mustard, radish) had a neutral or positive effect on the integral indicator of the biological state (IIBS) of No-Till chernozems. A significant excess of IIBS was noted only in 3 out of 9 options, and in the rest, the excess over the control was 4–8%. A positive correlation of IIBS with biological parameters, the general seeding rate of cover crops and the seeding rate of buckwheat seeds and an inverse relationship with the intensity of the initial growth of the plant test culture were revealed.

Key words: No-Till, soil protection technology, biological activity, fertility.

Нулевая технология обработки почв предусматривает выращивание покровных культур после уборки основной культуры. Покровные культуры – это растения, выращиваемые для покрытия и улучшения почвы. Их можно использовать как живую или мертвую мульчу на поверхности почвы, или их можно вспахивать в почву как сидераты (Finney et al., 2017). Американское общество почвоведов определяет как «близкорастущие культуры, которые обеспечивают защиту почвы и улучшение почвы между периодами нормального производства сельскохозяйственных культур или между деревьями в садах и виноградными лозами на виноградниках» (Fageria et al., 2005). Ошибки при использовании покровных культур могут иметь пагубные последствия для основных культур в результате конкуренции за воду и питательные вещества, накопления болезней и ухудшения прорастания семян. Прямые и косвенные затраты на семена, выращивание и управление могут представлять собой возможные ограничения для использования покровных культур в качестве методов улучшения и сохранения почвы (Snapp et al., 2005). Однако преимущества применения покровных культур превосходят недостатки (Daryanto et al., 2018).

Цель работы – изучение влияния покровных культур на экологическое состояние и биологическую активность черноземов ИП Мокриков Василий Иванович на полях с применением технологии прямого посева. Хозяйство ИП Мокриков В.И. расположено в центральной части Ростовской области в Октябрьском районе. Поля этого хозяйства обрабатываются в течение 13 лет по технологии прямого посева на площади около 5500 гектар. Ранее был опубликован ряд работ, посвященных разным аспектам эффективности применения технологии прямого посева на исследуемой территории (Акименко и др., 2016; Мокриков и др., 2017, 2019; Казеев и др., 2018; Mokrikov, 2019, 2021; Minnikova, 2022).

В июле 2021 г. исследования экологического состояния почв были проведены на мониторинговых участках №1 и 2, на которых был собран урожай озимого ячменя. Для сравнения исследовали контрольные поля с традиционной технологией обработки земель. Эти участки расположены в непосредственной близости от опытных полей на расстоянии от 50 до 200 м. Дополнительно в июле-сентябре на поле Д1 с прямым посевом хозяйства ИП Мокриков В.И. был заложен полевой модельный опыт и выполнены работы по исследованию разных покровных культур (гречиха, лен масличный, горох посевной, нут, кукуруза, кориандр, сорго, суданская трава фацелия, горчица, редька масличная), посеянных в разных сочетаниях после основной культуры. Эти исследования проведены для оценки воздействия покровных культур, посев которых является составной частью технологии No-Till. Эти культуры должны служить пищей для биоты почв,

обрабатываемых по нулевой технологии, что существенно повышает биологическую активность и плодородие почв (Soane et al., 2012).

Исследуемые почвы, согласно Почвенной карте Ростовской области (1985), относятся к черноземам обыкновенным среднемощным слабогумусированным по Классификации почв России эти почвы относятся к сегрегационно-миграционным черноземам, по международной классификации WRB (англ. World Reference Base for Soil Resources) почвы отнесена к Haplic Chernozem Loamic.

Лабораторно-аналитические исследования выполнены в лабораториях Академии биологии и биотехнологии Южного федерального университета. Особое внимание было уделено методам биологической диагностики, которые позволяют точно и быстро охарактеризовать экологическое состояние, плодородие и здоровье почв (Казеев и др., 2003, 2004, 2016; Nannipieri et al., 2018).

В исследуемом регионе ограничением использования этого приема служит недостаточное увлажнение почв в летний период. В силу климатических особенностей в Ростовской области в период с июля по октябрь количество атмосферных осадков чаще всего не позволяет почве быть постоянно влажной. Тем не менее для выяснения возможности применения посева покровных культур и их влияния на биологическую активность чернозема был проведен большим разнообразием применяемых культур и их сочетаний. Вследствие отсутствия атмосферных осадков посев был проведен не сразу после уборки основных культур, а спустя месяц после этого 8 августа 2021 года. Поэтому всходы были достаточно слабыми и их рост заторможен сухостью почвы. Условия увлажнения, в отличие от температурных условий, были контрастней на разных участках опыта. В целом, закономерностей распределения условий увлажнения не было обнаружено.

Из всех исследуемых параметров биологического состояния почв только фитотоксичность показала ухудшение под покровными культурами. Длина корней более информативна по сравнению с длинной проростков, поскольку корни испытывают на себе негативные аспекты в большей степени, потому что находятся в тесном контакте с субстратом, который может оказывать негативное влияние (Колесников и др., 2000; Казеев и др., 2016). Интенсивность начального роста и корней и проростков хуже в почвах под покровными культурами.

При выявлении общих закономерностей хорошо зарекомендовал себя метод интегрированной оценки, учитывающий несколько показателей сразу или их различные сочетания. Таким образом часто удается устранить «шум» значений биологических параметров, чувствительность некоторых из которых бывает чрезмерной, непропорционально реагируя на возмущающие воздействия. Такие показатели часто проявляют свою максимальную активность при разных значениях факторов, иногда проявляя осцилляции активности при изменении интенсивности фактора (Биоиндикация…, 1988). Кроме того, экологические факторы в реальных условиях практически никогда не действуют поодиночке. Сочетания разных факторов делает оценку реакции биоиндикаторов и тест объектов сложным для интерпретации. Для суждения о биологической активности и биологическом состоянии почвы недостаточно какого-либо одного показателя, так как каждый из них отражает лишь какую-то одну сторону биологических и биохимических процессов в почве (Казеев и др., 2003, 2016). Поэтому необходимо использовать широкий набор показателей состояния почвы. Для этого их приводят к единой размерности. Для этого в выборке максимальное (или контрольное) значение каждого из показателей принимается за 100% и по отношению к нему в процентах выражается значение этого же показателя в остальных образцах. После этого рассчитывается средний оценочный балл изученных показателей (например, активность

разных ферментов, дыхание, содержание гумуса и др.) для образца (варианта), абсолютные значения, которых не могут быть суммированы, так как имеют разные единицы измерения (мг, % и т.д.). При расчете интегрального показателя биологического состояния почвы должны использоваться не любые показатели биологической активности почв, а наиболее информативные. Именно они должны составлять основу интегрального показателя, но их выбор обычно проводят исходя из экспертной оценки или опыта предыдущих работ. Н есть работы, свидетельствующие о проблемах применения комплексных интегрированных оценок, что следует избегать усреднения активности ферментов, поскольку при этом игнорируются конкретные функции отдельных ферментов (Liu et al., 2020).

Интегрированная оценка, проведенная на основании обобщения данных содержания гумуса, активного углерода, численности бактерий, интенсивности дыхания, начального роста тест-культуры, активности каталазы, дегидрогеназ, инвертазы, фосфатазы и уреазы показала, что применение покровных культур в любых сочетаниях оказывают благотворное воздействие на ИПБС. Значительное (более 10%) превышение отмечено только в 3 вариантах из 9 (на 19% в варианте №5, на 15% в варианте №2 и 13% в варианте №1), а в остальных превышение над контролем составило 4–8%. Этот факт примечателен тем, что поставленный опыт выполнялся в период с очень низким увлажнением, и авторы не удивились бы отрицательному эффекту действия покровных культур, отбирающих влагу из почвы. Вероятно, будет ожидать еще больший положительный эффект при посеве покровных культур в более влажный год, когда лимитирующим фактором для роста растений не будет влажность почвы. Выявлена положительная корреляция ИПБС с дыханием почв (R=0,85), активностью уреазы (R=0,69), общей нормой высева семян покровных культур (R=0,61) и нормой высева семян гречихи (R=0,56). Обратная связь отмечена с интенсивностью начального роста растительной тест-культуры (R= –0,73-0,65). Возможно, это объясняется накоплением в почве фитотоксинов при росте покровных культур, что требует особого внимания.

Таким образом, по результатам проведенного опыта можно сделать заключение, что покровные культуры или оказывают нейтральное или положительное воздействие на эколого-биологическое состояние почв, обрабатываемых по технологии прямого посева. Возможен еще больший положительный эффект при посеве покровных культур в более влажный год.

Исследования проведены при финансовой поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2511.2020.11, НШ-449.2022.5).

Список литературы

1. Акименко Ю.В., Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние технологии прямого посева на микробиологические свойства черноземов Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета. 2016. 96 с.
2. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберт. М.: Мир, 1988. 348 с.
3. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. 356с.
4. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд–во Ростовского университета, 2003. 204 с.
5. Казеев К.Ш., Мокриков Г.В., Акименко Ю.В., Мясникова М.А., Колесников С.И. Экологическая оценка применения технологии No-Till в Ростовской области. –

Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. – 332 с.
6. Колесников С.И, Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологические последствия загрязнения почв тяжелыми металлами. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. 232 с.
7. Минникова Т.В., Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние сельскохозяйственных культур на ферментативную активность черноземов Ростовской области при использовании различных агротехнологий // Агрохимия, 2020, №10, С.20-27.
8. Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Акименко Ю.В., Мясникова М.А., Колесников С.И Влияние технологии No-Till на эколого-биологическое состояние почв. Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. 140с.
9. Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Мясникова М.А., Акименко Ю.В., Колесников С.И. Влияние технологии прямого посева на почвенную мезофауну, дыхание и ферментативную активность черноземов южных // Агрохимический вестник. 2019. №5. С.31-36.
10. Daryanto S., Fu B., Wang L., Jacinthe P.A., Zhao W. Quantitative synthesis on the ecosystem services of cover crops // Earth-Science Reviews. Volume 185. 2018. P. 357-373.
11. Fageria N., Baligar V., Bailey B. Role of cover crops in improving soil and row crop productivity // Commun. Soil Sci. Plant Anal. 2005. Vol.36. P.2733-2757.
12. Finney D., Buyer J., Kaye J. Living cover crops have immediate impacts on soil microbial community structure and function // J. Soil Water Conserv. 2017. Vol.72. P.361-373.
13. Liu S., Wang J., Pu S., Blagodatskaya E., Kuzyakov Y., Razavi B.S. Impact of manure on soil biochemical properties: A global synthesis // Science of The Total Environment. 2020. Vol. 745. 141003.
14. Minnikova T., Mokrikov G., Kazeev K., Medvedeva A., Biryukova O., Keswani C., Minkina T., Sushkova S., Elgendy H., Kolesnikov S. Soil Organic Carbon Dynamics in Response to Tillage Practices in the Steppe Zone of Southern Russia // Processes. 2022. I.10. 244.
15. Mokrikov G., Minnikova T., Kazeev K. and Kolesnikov S. Influence of precipitation and moisture reserves on the yield of crops under different tillage // Agronomy Research. 2019. I. 17(6), P. 2350-2358.
16. Mokrikov G., Minnikova T., Kazeev K. and Kolesnikov S. Use of soil enzyme activity in assessing the effect of No-Till in the South of Russia // Agronomy Research. 2021, 19(1), 171–184.
17. Nannipieri P., Trasar-Cepeda C., Dick R.P. Soil enzyme activity: a brief history and biochemistry as a basis for appropriate interpretations and meta-analysis // Biology and Fertility of Soils. 2018. Vol.54. I.1, P. 11-19.
18. Soane B.D., Ball B.C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment // Soil & Tillage Research. 2012. V. 118. PP. 66–87.

АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ ДЕГИДРОГЕНАЗ В БУРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА ПОСЛЕ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Д.И. Мощенко, С.И. Колесников
Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии имени Д.И. Ивановского, г. Ростов-на-Дону, Россия,
dimoshenko@sfedu.ru

ANALYSIS OF DEHYDROGENASE ACTIVITY IN BROWN FOREST SOIL OF THE CENTRAL CAUCASUS AFTER CHEMICAL POLLUTION

D.I. Moshchenko, S.I. Kolesnikov
Southern Federal University, Academy of Biology and Biotechnology named after D.I. Ivanovsky, Rostov-on-Don, Russia,
dimoshenko@sfedu.ru

Аннотация. В работе приводятся данные о влиянии загрязнения тяжелыми металлами и нефтью на активность дегидрогеназ в бурой лесной слабощелочной почве Центрального Кавказа. По степени подавления дегидрогеназной активности в бурой лесной слабощелочной почве, ряд ТМ выглядит следующим образом: Cr > Cu ≥ Ni ≥ Pb.

Ключевые слова: бурые лесные почвы, Центральный Кавказ, загрязнение, тяжелые металлы, нефть, активность дегидрогеназ.

Abstract. The paper presents data on the effect of pollution with heavy metals and oil on the activity of dehydrogenases in brown forest weakly alkaline soil of the Central Caucasus. According to the degree of suppression of dehydrogenase activity in brown forest weakly alkaline soil, the series of HMs is as follows: Cr > Cu ≥ Ni ≥ Pb.

Keywords: brown forest soils, Central Caucasus, pollution, heavy metals, oil, dehydrogenase activity.

Почвенный покров Центрального Кавказа чрезвычайно разнообразен и во многом определяется особенностями природной зоны, вертикальной зональностью, обусловленной закономерным изменением климата и растительности по мере изменения высоты местности. С интенсивным развитием инфраструктуры, сельского хозяйства, строительства автодорог на территории Центрального Кавказа постоянно усиливает антропогенное воздействие на окружающую среду. Одной из актуальных проблем является возрастание химического загрязнения почв тяжелыми металлами и нефтью.

Довольно уязвимыми, а возможно, и самыми уязвимыми почвами Центрального Кавказа являются бурые лесные слабощелочные почвы (Колесников и др., 2014).

Цель работы — исследовать изменение активности дегидрогеназ в бурой лесной слабощелочной почве Центрального Кавказа при химическом загрязнении тяжелыми металлами (Cu, Cr, Ni, Pb) и нефтью.

Дегидрогеназы существует только в живых клетках, их активность зависит от биомассы и активности микроорганизмов в почве (Bandick et al., 1999; Burns, 1982; Bloem, 2005).

Дегидрогеназы являются ферментом очень чувствительными к действию тяжелых металлов, поэтому по степени их активности можно судить о токсичности того или иного загрязнителя и его воздействия на почвенную микробиоту (Колесников и др., 2006).

Объект исследования - бурая лесная слабощелочная почва. Место отбора - Карачаево-Черкесская Республика, Карачаевский городской округ, (г. Теберда 43°23'11.06"N 41°42'20.32"E).

Химическое загрязнение почвы моделировали в лабораторных условиях. Почву загрязняли разными концентрациями загрязняющих веществ: тяжелыми металлами (ТМ) — 1, 10, 100 ПДК (100, 1000 и 10000 мг/кг соответственно) и нефтью — 1, 5, 10 % от массы почвы. ТМ вносили в почву в форме оксидов: CuO, CrO3, NiO, PbO.

Почву инкубировали в вегетационных сосудах при комнатной температуре (20–22 оС) и оптимальном увлажнении (60% от полевой влагоемкости) в трехкратной повторности в течение 30 суток.

Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием методов, общепринятых в биологии, почвоведении и экологии. Активность дегидрогеназ определяли по методике Галстяна в модификации Хазиева (Даденко и др., 2021). Активность фермента служила показателем биологической активности почвы.

В результате исследования установлено, что загрязнение бурой лесной слабощелочной почвы ТМ и нефтью в большинстве случаев, ведет к снижению активности дегидрогеназ (Рис. 1). Степень снижения активности дегидрогеназ зависела от концентрации ТМ в почве.

По степени негативного воздействия на активность дегидрогеназ в бурой лесной слабощелочной почве Центрального Кавказа ТМ располагаются следующим образом: Cr > Cu ≥ Ni ≥ Pb.

Наиболее токсичным металлом в исследуемой почве оказался хром, а свинец проявил меньшее токсическое воздействие. Соединения хрома обладают высокой подвижностью, что позволяет хрому проявлять высокое токсическое действие. В слабощелочных условиях свинец образует малорастворимые соли, которые делают свинец практически недоступным для почвенных микроорганизмов. Так же органическое вещество почвы связывает свинец, тем самым снижает его токсическое действие (Орлов, 2005; Колесников и др., 2013).

Схожая последовательность ТМ по степени их токсического воздействия на активность дегидрогеназ была получена для бурых лесных почв Западного Кавказа (Колесников и др., 2014).

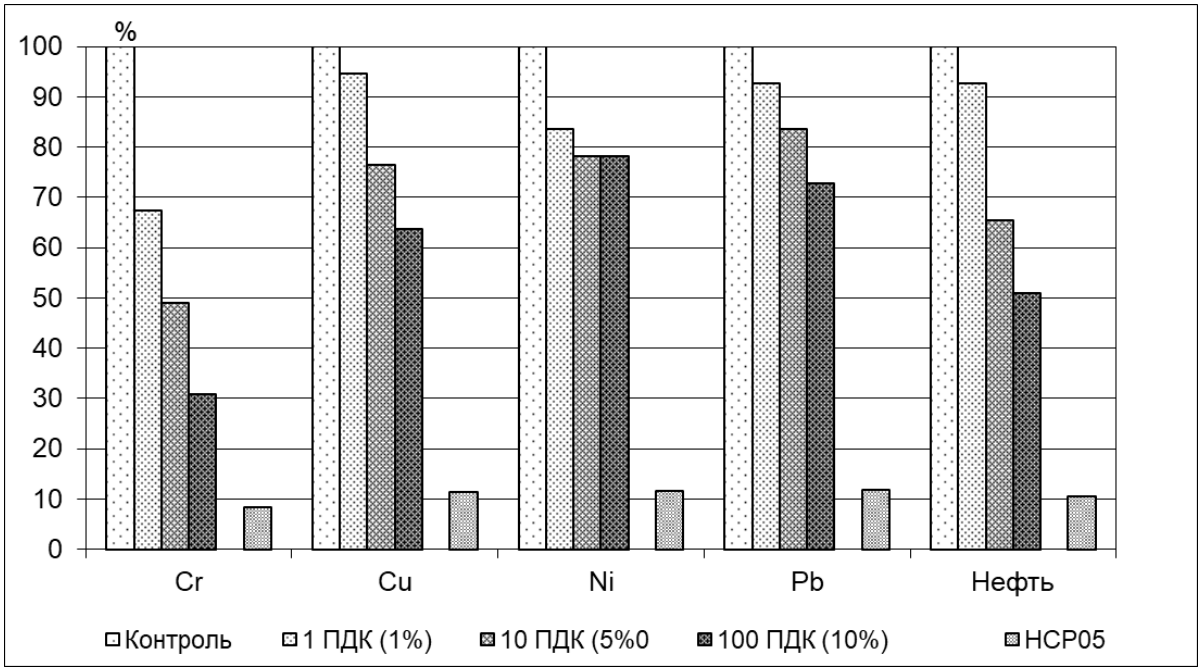


Рисунок 1. Анализ активности дегидрогеназ в бурой лесной слабощелочной почве Центрального Кавказа после химического загрязнения, % от контроля

Сравнительная оценка показала, что по степени устойчивости дегидрогеназной активности к загрязнению ТМ бурые лесные почвы Центрального Кавказа более устойчивы, чем аналогичные почвы Западного Кавказа и Республики Крым (Мощенко и др., 2020).

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках приоритета стратегического академического лидерства ЮФУ («Приоритет 2030»), проект «Аспирант-научный руководитель» (2021–2022 гг.).

Список литературы:

1. Даденко Е.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Методы определения ферментативной активности почв. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2021. – 174 с.
2. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Экологическое состояние и функции почв в условиях химического загрязнения. Ростов н/Д: Изд-во Ростиздат, 2006. 385 с.
3. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Татлок Р.К., Тлехас З.Р., Денисова Т.В., Даденко Е.В. Биодиагностика устойчивости бурых лесных почв Западного Кавказа к загрязнению тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами // Сибирский экологический журнал. 2014. № 3. С. 493-500.
4. Колесников С.И., Ярославцев М.В., Спивакова Н.А., Казеев К.Ш. Сравнительная оценка устойчивости биологических свойств разных подтипов черноземов юга России к загрязнению Cr, Cu, Ni, Pb (в модельном эксперименте) // Почвоведение. 2013. № 2. С. 195-200.
5. Мощенко Д. И., Кузина А. А., Колесников С. И., Тер-Мисакянц Т. А., Неведомая Е. Н., Казеев К. Ш. Биодиагностика устойчивости бурых лесных почв Центрального Кавказа, Западного Кавказа и Республики Крым к загрязнению нефтью // Экосистемы. – 2020. – №. 24 – С. 124-129.
6. Орлов Д.С. Химия и охрана почв / Д. С. Орлов. - М.: Московский государственный университет им. М.В Ломоносова, 2005. - 558 с
7. Bandick, A.K. and Dick, R.P. Field management effects on soil enzyme activities // Soil Biology and Biochemistry. 1999.V. 31, P. 1471–1479.
8. Bloem J., Hopkins D. W., Benedetti A. (ed.). Microbiological methods for assessing soil quality. – Cabi, 2005. pp. 158.
9. Burns R.G. Enzyme activity in soil: Location and a possible role in microbial ecology. // Soil Biology and Biochemistry. 1982. V. 14, P. 423-427.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОСТИ СТАРОВОЗРАСТНЫХ ЛЕСОПАРКОВЫХ ЗОН Г. РОСТОВА-НА-ДОНУ

Наливайченко А.А.[1], Скрипников П.Н.[1], Горбов С.Н.[1], Матецкая А.Ю.[1]
[1] ФГАОУ ВО Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
nal@sfedu.ru

STUDY OF THE VEGETATION COMPOSITION OF OLD-GROWN FOREST PARK ZONES IN ROSTOV-ON-DON

Nalivaichenko A.A.[1], Skripnikov P.N.[1], Gorbov S.N.[1], Matetskaya A.Y.[1]
[1] Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
nal@sfedu.ru

Аннотация. В работе приведен анализ состава и состояния травянистого покрова и древесной растительности искусственных лесонасаждений на территориях «Темерницкая роща», ООПТ «Щепкинский лес», питомник Ботанического сада ЮФУ, ПКиО им. Н. Островского и парк им. К. Чуковского, расположенных в городе Ростове-на-Дону. Проведены геоботанические описания для оценки видового разнообразия, а также оценку жизненного состояния древостоя. Установлено, что травянистый покров в «Темерницкой роще» наиболее разнообразен, в «Щепкинском лесу» в настоящий момент отмечено доминирование яруса по числу видов древесных пород. На территориях парков травянистый покров беден, а высаженные там породы деревьев и кустарников находятся в ослабленном состоянии.

Ключевые слова: искусственные лесонасаждения, обилие растений, растительный покров, эколого-ценотические группы, жизненность деревьев.

Abstract. The work contains an analysis of the composition and state of vegetation cover and woody vegetation of artificial forest plantations in the territories of «Temernitskaya Roscha», SPNA «Schepkinsky Les», nursery of Botanical Garden of SFEDU, N. Ostrovsky Park and K. Chukovsky Park, located in the city of Rostov-on-Don. During the study, geobotanical descriptions were carried out to assess species diversity, as well as the life status of the stands. It is established that grassland cover in the city grove is the most varied, in «Schepkinsky Les» at present there is a domination of a line of tree species, and in the territory of parks the most poor grass cover, but nevertheless there are rare tree species and shrubs planted there, in a more weakened state.

Keywords: artificial forestations, ecological-cenotic groups, abundance of plants, vegetation cover, tree vitality.

Ростовская область сталкивается с экологическими проблемами, типичными для многих регионов России. В соответствии с индексом патогенности климатической ситуации Ростовскую область относят к территории с раздражающими дискомфортными условиями, малопригодными для проживания населения без специальных систем жизнеобеспечения (Андреев, 2003). Проблема искусственных лесонасаждений остается важной и на сегодняшний день. Искусственные лесонасаждения, в особенности старовозрастные, являются ценным объектом для изучения процессов долгосрочного антропогенного влияния на степные экосистемы, а данные о разнообразии их биоты должны учитываться при оценке состояния среды и разработке долговременных прогнозов развития биоразнообразия региона (Засоба, 2009). Поскольку среди всех типов озелененных территорий города парки, сады, скверы, городские рощи и леса обладают наиболее высокой экологической эффективностью, всестороннее изучение их состояния является исключительно актуальной задачей. К сожалению, влияние рекреационных и

архитектурных объектов на формирование микроклимата г. Ростова-на-Дону изучено недостаточно. Кроме того, в последние десятилетия большинство растений старых лесонасаждений вступили в сенильную стадию и нуждаются в замене (Козловский, 2013; Гудзенко, 2016). Поэтому целью данной работы стало изучение состава и состояния растительного покрова некоторых старовозрастных искусственных лесонасаждений парково-рекреационных зон Ростовской агломерации.

Материалы и методика

Полевые исследования проводились на территории пяти искусственных древесных насаждений г. Ростова-на-Дону: ООПТ «Щепкинский лес», городская роща «Темерницкая роща», питомник Ботанического сада ЮФУ, ПКиО им. Н. Островского и парк им. К. Чуковского. В ходе работы на всех территориях были заложены площадки мониторинга площадью 100 м2. При геоботаническом описании оценивалось обилие видов по шкале Браун-Бланке. Также рассматривались эколого-ценотические группы видов (ЭЦГ). Для идентификации видов использован региональный определитель флоры (Зозулина, Федяева, 1984, 1985).

Состояние древесных растений оценивалось визуально по методу Алексеева В. А. (1989), позволяющему интерпретировать габитус растения как индикатор условий окружающей среды. Древесным растениям присваивали определенный балл: 1 – здоровое дерево, не имеющее нарушений кроны и ствола; 2 – ослабленное дерево, в отличие от здорового имеет некоторые значительные повреждение, например, густота кроны снижена примерно на 30 %, также есть повреждения механического характера; 3 – сильно ослабленное дерево, в котором заметно ухудшение состояния примерно на 60 %; 4 – отмирающее дерево, которое имеет разрушенную крону, практически до основания (густота ее насчитывает 15–20 % в сравнение со здоровым типом дерева); 5 – свежий сухостой и старый сухостой, деревья, которые погибли год назад и более двух лет соответственно. Расчет индекса состояния (жизненности) древостоя производили по формуле:

$$Ln=\frac{100n_1+70n_2+40n_3+5n_4}{N},$$

где Ln – относительное жизненное состояние древостоя, рассчитанное по числу деревьев; n1 – число здоровых, n2 – ослабленных, n3 – сильно ослабленных, n4 – отмирающих деревьев лесообразователя или лесообразователей на пробной площади; N – общее число деревьев (включая сухостой) на пробной площади; 100, 70, 40 и 5 – коэффициенты, выражающие жизненное состояние здоровых, поврежденных, сильно поврежденных и отмирающих деревьев, в %. При геоботаническом описании особое внимание было уделено видовому разнообразию, а именно наличию и распределению адвентивных видов.

Результаты и обсуждение

Всего на изученных площадках мониторинга был отмечен 121 вид древесных и травянистых растений из 47 семейств, относящихся к двум отделам и трём классам: хвойных Pinopsida, двудольных Magnoliopsida и однодольных Liliopsida. На всех площадках ведущую ценотическую роль играют адвентивные, культигенные и синантропные виды.

В питомнике Ботанического сада ЮФУ площадки заложены на двух участках: чистая посадка ели европейской *Picea abies* (L.) Karst. и чистая посадка сосны крымской *Pinus pallasiana* D. Don. Флористический состав остальных ярусов практически идентичен и включает в себя 25 видов трав, кустарников и лиан из 19 семейств. Здесь в травостое однозначно преобладает представитель лесо-луговой растительности фиалка душистая *Viola odorata* L. (обилие равно 5). В составе травостоя отмечены представители сорных сообществ: чистотел обыкновенный *Chelidonium majus* L., физалис обыкновенный *Physalis*

alkekengri L (обилие от 1 до 2). Из числа обнаруженных сорно-степных, сорно-лесо-луговых, лугово-степных, а также сорно-опушечно-луговых, характерных для сложившихся сообществ, следует упомянуть неравноцветник кровельный *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, дымянка Шлейхера *Fumaria schleicheri* Soy.-Will, бодяк щетинистый *Cirsium setosum* (Willd.) Besser, бодяк седой *Cirsium canum* (L.) All., ломонос прямой *Clematis recta* L., чернокорень лекарственный *Cynoglossum officinale* L. и вязель разноцветный *Coronilla varia* L.

ООПТ «Щепкинский лес» отличается очень неравномерным распределением травянистой растительности в зависимости от того, какие породы деревьев и кустарников были высажены. Всего здесь было отмечено 18 видов из 13 семейств цветковых растений. Большую долю растительности составляют виды рода *Acer* L. Одна из исследуемых площадок представляет посадку кустарника лещина обыкновенная *Corylus avellana* L., где деревья присутствуют в качестве примеси. В травнисто-кустарничковом ярусе в обилии представлены будра плющевидная *Glechoma hederacea* L. и гравилат городской *Geum urbanum* L. (обилие составляет 3 и 2 соответственно). Стоит отметить нахождение именно на этом участке пыльцеголовника крупноцветкового *Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce – вида с федеральным и региональным статусом охраны (Красная книга Российской Федерации, 2008; Красная книга Ростовской области, 2014) с обилием +.

В Темерницкой роще отмечено максимальное видовое разнообразие: 43 вида древесных и травянистых растений из 21 семейства. В древесном и кустарниковом ярусах доминируют представители семейств Fabaceae и Sapindaceae (робиния ложноакациевая *Robinia pseudoacacia* L., гледичия трёхколючковая *Gleditsia triacanthos* L., клён ясенелистный *A. negundo* L., клён татарский *A. tataricum* L., аморфа кустарниковая *Amorpha fruticosa* L.). На одной из площадок растительные сообщества представляют собой стадию сукцессионного ряда, переходную к пырейной. В травянистом ярусе доминируют представители сорно-кустарниковой, сорно-луговой и лесо-луговой растительности с обилием от 3 до 5 (*G. hederacea*, *Galium aparine* L., *Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevsk и др.) (Наливайченко и др., 2021).

Как правило, на площадках парка им. Н. Островского и парка им. К. Чуковского доминирует смешанная древесная растительность. Всего здесь отмечено 27 видов цветковых растений. Главная особенность данных парков – некоторые их зелёные насаждения, представленные породами, не произрастающими на участках рощи и ОППТ. Высажены такие породы, как ясень американский *Fraxinus americana* L., ясень высокий *Fraxinus excelsior* L., клен ложноплатановый *A. pseudoplatanus* L., *A. tataricum* , рябина финская *Sorbus hybrida* L., шелковица белая *Morus alba* L., *G. triacanthos* , слива домашняя *Prunus domestica* L., сирень обыкновенная *Syringa vulgaris* L., вяз приземистый *Ulmus pumila* L. По сравнению с остальными участками в парках травянистый ярус наиболее беден: под пологом деревьев произрастают *V. odorata* (обилие 1), *G. hederacea* (2), амброзия полыннолистная *Ambrosia artemisiifolia* L. (3) и горец птичий *Polygonum aviculare* L. (4). В парке им. Н. Островского в массе представлены сеянцы каркаса западного *Celtis occidentalis* L. (обилие 4).

Результаты оценки жизненного состояния деревьев представлены в таблице 1. При показателе от 100 до 80 % жизненное состояние древостоя считается здоровым, при 79–50 % — ослабленным, при 49–20 % — сильно ослабленным, при 19 % и ниже — полностью разрушенным.

Таблица 1. Жизненное состояние деревьев

Участок деревьев	Количество деревьев, %				Ln	Жизненное состояние насаждения
	здоровых	ослабленных	сильно ослабленных	отмирающих		
ООПТ «Щепкинский лес»	89,5	5,2	5,3	0	95,27	Здоровое
«Темерницкая роща»	31,6	7,7	26,4	34,3	49,35	Сильно ослабленное
Ботанический сад ЮФУ	30	50	20	0	80	Здоровое
ПКиО им. Н. Островского	38,5	46,2	7,7	7,6	74,24	Ослабленное
Парк им. К. Чуковского	62,1	27,6	6,7	3,6	84,32	Здоровое

Как видно, в большинстве случаев жизненное состояние деревьев на участках оценивается как здоровое. Только на территориях «Темерницкой рощи» и парка им. Н. Островского участки характеризуются сильно ослабленной и ослабленной жизненностью соответственно. Отметим, что у многих деревьев на этих участках кора повреждена от пожаров или в результате механического воздействия, имеются выбоины или смоляные потеки. Несмотря на это, габитуальные характеристики кроны сообщают о том, что общее жизненное состояние деревьев на данный момент остается нормальным. А наивысший показатель жизненности деревьев наблюдается на площадках «Щепкинского леса» – 95,27 %.

Выводы

Таким образом, хоть площадки мониторинга «Темерницкой рощи» испытывают на себе повышенный антропогенный прессинг, ее травянистый покров более разнообразен; здесь наблюдается возобновление поврежденной растительности. В «Щепкинском лесу» в настоящий момент по числу видов отмечено доминирование яруса древесных пород, где наблюдается максимальное состояние жизненности. Флора этих участков отличается высокой долей участия тех видов, которые изначально не были высажены. На территориях парков наиболее беден травянистый покров. Деревья в ПКиО им. Н. Островского находятся в более ослабленном состоянии по сравнению с деревьями в парке им. К. Чуковского. В перспективе дальнейшее изучение древостоя данных территорий для составления полной картины состояния лесопарковых зон Ростова-на-Дону.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20–34–90085.

Список литературы

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / Алексеев В.А. // Лесоведение. - 1989. - № 4. – с. 38–53.
2. Андреев С.С., Андреева Е.С. Биоклиматическая характеристика Ростовской области по индексу патогенности метеорологической ситуации // Известия высших учебных

заведений. Северокавказский регион. Естественные науки. Приложение. 2003. №. 9. С. 67–76.
3. Гудзенко Е.О. Оценка экологического состояния зеленых насаждений города Ростов-на-Дону [Текст]: дис.....канд. биол. наук: 03.02.08: защищена 22.12.2016 / Гудзенко Евгения Олеговна. – Ростов-на-Дону, 2016. – 188 с.
4. Засоба В.В. Формирование основных компонентов биоты в искусственных лесных массивах Ростовской области // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. -2009. - № 5. - С. 88–93.
5. Козловский Б.Л., Куропятников М.В., Федоринова О.И. Приоритетные задачи зеленого строительства в Ростове-на-Дону // Инженерный вестник Дона. 2013. № 1. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2013/1552.
6. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / МПР РФ; Росприроднадзор; РБО; МГУ им. М.В. Ломоносова: Гл. ред. Ю.П. Трутнев и др. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
7. Красная книга Ростовской области. Том 2. Растения и грибы. – 2-е изд. – Ростов н/Д: Минприролы Ростовской области, 2014. – 344 с.
8. Наливайченко А.А., Скрипников П.Н., Горбов С.Н., Матецкая А.Ю. Оценка состояния растительного покрова искусственных лесонаждений г. Ростова-на-Дону // Издательский дом «Астраханский университет». – 2021. – С. 56 – 60.
9. Флора Нижнего Дона (определитель). Часть1, часть 2. /Под ред. Г.М. Зозулина, В.В. Федяевой. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1984, 1985. – 280 с. 240 с.

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПОСЛЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Новаковский А.Б.[1], Канев В.А.[1], Маркарова М.Ю.[1]
[1] Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Россия
novakovsky@ib.komisc.ru

LONG TERM DYNAMICS OF PLANT COMMUNITIES AFTER BIOLOGICAL REMEDIATION OF OIL CONTAMINATED SOILS IN FAR NORTH

Novakovskiy A.B.[1], Kanev V.A.[1], Markarova M.Y.[1]
[1] Institute of Biology of Komi Science Centre UB RAS, Syktyvkar, Russia
novakovsky@ib.komisc.ru

Аннотация. Выполнен анализ изменения растительных сообществ с 2002 по 2014 гг. после рекультивационных работ на участке нефтяного разлива в подзоне северной тайги. Показано, что применение различных способов биорекультивации позволяет быстро (в течение 5-10 лет) восстановить растительный покров. Методы биоререкультивации способствуют быстрому очищению почвы от токсичных компонентов нефти. Но принципиальных различий в скорости восстановления растительности при использовании разных биометодов не выявлено. Образовавшиеся на рекультивированной территории сообщества характеризуются преобладанием искусственно высеянных злаков и сильно отличаются от фоновых растительных сообществ. Наиболее перспективными фиторемедиантами с точки зрения продуктивности сообществ являются злаки (*Agrostis gigantea, Deschampsia caespitosa, Phalaroides arundinacea, Poa pratensis*) и осоковые (*Carex cinerea, Carex limosa, Eriophorum vaginatum*) культуры. Сравнение экспериментальных участков с контролем, на котором была проведена только техническая рекультивация, показало, что почва контрольного участка восстанавливается гораздо медленнее, однако

растительность по видовому составу оказалось гораздо более сходной к аналогичным по рельефу фоновым сообществам.
Ключевые слова: нефтезагрязнение, фиторемедиация, жизненные стратегии Раменского-Грайма.

Abstract. We studied the long-term dynamics of plant communities after bio and phytoremediation of oilpolluted soils. Nine plots located in European Northeast and treated using various bioremediation methods were monitored from 2002 to 2014. Geobotanical descriptions (relevés) of each plot were performed in 2006 and 2014, and Grime's theoretical CSR (competition–stress–ruderality) framework was used to assess the vegetation state and dynamics. We observed a clear shift of communities from pioneer (where ruderal species were prevalent) to stable (where competitor species were dominant) states. However, the remediation type did not significantly impact the vegetation recovery rate. After 12 years, all methods led to a 55–90% decrease in the oil content of the soil and a recovery of the vegetation cover. The plant communities contained mainly cereals and sedges which significantly differed from the original tundra communities before the oil spill. The control plot, treated only by mechanical cleaning, had minimum oil degradation rate (50%) and vegetation recovery rates, although, in CSR terms, its vegetation assemblage resembled the background community. Cereals (Agrostis gigantea, Deschampsia cespitosa, Phalaris arundinacea, and Poa pratensis), sedges (Carex canescens, Carex limosa, and Eriophorum vaginatum), and shrubs (Salix) were found to be the most effective species for phytoremediation, exhibiting high community productivity under the harsh northern conditions.
Keywords: oil pollution, phytoremediation, Grime's CSR plant strategies.

Современная деятельность человечества тесно связана с добычей, хранением, транспортировкой и переработкой больших объемов нефти. При эксплуатации объектов нефтедобычи неизбежны различные по масштабу и последствиям аварии, разливы или протечки. Это приводит к загрязнению больших территорий нефтью и нефтепродуктами, которые оказывают негативное влияние на растительность и животный мир. Создание технологий для быстрой и качественной рекультивации почв, водных и биологических ресурсов после загрязнения углеводородами на сегодняшний день является одним из существенных вызовов современной науки. Для снижения концентрации нефти применяют различные технологии, в том числе биологические. Методы биологической деструкции можно разделить на две большие группы. Использование биопрепаратов на основе природных нефтеокисляющих микроорганизмов (биоремедиация) и применение высших растений для доочистки и восстановления почвы и почвенного плодородия. Особенно актуальным вопрос о восстановлении экосистем представляется для регионов крайнего севера и Арктики, где с одной стороны сосредоточены большие запасы углеводородов, а с другой – растительный и животный мир оказываются наиболее уязвимыми перед внешним воздействием.

Чаще всего в научных публикациях, посвященных рекультивации нефтезагрязненных территорий основной упор делается на скорость разложения нефти и нефтепродуктов. По нашему мнению, не менее важным вопросом является долговременная оценка качества восстановления растительного покрова и его сходство с естественной растительностью региона.

В наших исследованиях, для анализа текущего состояния и временной динамики растительного покрова мы использовали концепцию жизненных стратегий Раменского-Грайма (CSR система). Согласно теории выделяют три основных типа растений: конкуренты (C виды) произрастают при низких уровнях стресса и нарушения, т.е. в

сообществах, где максимальную роль играет конкуренция между видами; стресс-толеранты (S виды) характерны для экотопов с неблагоприятными экологическими условиями; рудералы (R виды) преобладают в сообществах с повышенным уровнем нарушений (Раменский, 1935; Grime, 1974). Использование таких групп является хорошим инструментом для оценки интегральной характеристики состояния растительности. Преобладание видов конкурентной группы чаще всего связано с отсутствием внешнего антропогенного воздействия (заброшенностью) и наличием благоприятных экологических условий. Наличие большой доли стресс-толерантных видов связано с воздействием неблагоприятных факторов среды, а рудеральных видов – с обработкой земли, выпасом скота и другими формами нарушения растительного покрова.

Целью настоящего исследования была оценка долговременной эффективности рекультивационных работ в условиях севера после авариного разлива нефти по характеру восстановления растительного покрова.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор материала проводили на опытном участке, расположенном на Верхневозейском нефтяном месторождении (Усинский район, Республики Коми: 66°37′40″ с. ш., 57°07′56″ в. д.) в зоне деятельности ТПП “Лукойл Усинскнефтегаз”. Разливы нефти на участке происходили несколько раз в период с 1989 по 1996 гг. Общее количество разлитой нефти составило 100 000 – 150 000 тонн, а площадь загрязненной территории более 700 га (Маганов, Маркарова и др., 2006).

Загрязненный участок расположен на торфяной залежи, толщина которой достигает 3-4 м. Подстилающий слой – суглинок. После аварии торфяная залежь была пропитана нефтью на глубину 1.0–1.5 м. Основная масса загрязнения была сосредоточена в верхнем слое почвы (до 40 см), а концентрация нефти варьировала от 150 до 450 мг/г (Маганов и др., 2006; Мелехина и др., 2015). После технической рекультивации (уборки поверхностной нефти) и мелиоративных мероприятий (отвода избытка воды и нефти из почвы в дренаж), загрязненную территорию профрезеровали на глубину 25-30 см и разделили на участки площадью 0.2 га (40х50 м). Затем каждый участок был обработан с использованием биопрепаратов, сорбентов, агротехнических приемов и фитомелиорантов (Маганов и др., 2006; Novakovskiy et al., 2021). Всего обработке различными методиками подверглись 8 тестовых участков. Участок №2 был оставлен в качестве контроля.

Опыт был заложен в 2002 году. Были внесены минеральные удобрения и биопрепараты, включающие в себя различные нефтеразлагающие бактерии, высеяны специально подобранные травосмеси. В дальнейшем удобрение и подкормку не проводили, а развитие высеянных и внедряющихся трав определялся уровнем увлажнения почвы и характером остаточного загрязнения. Загрязнение почвы было очень неравномерным и сильно варьировало даже в переделах одного опыта.

В 2006 и в 2014 году (4 года и 12 лет после закладки опыта) на тестовых площадках было проведено описание растительности при помощи стандартных геоботанических методов. Учитывали видовой состав растений, их проективные покрытия, а также общее проективное покрытие травянистого яруса (Ипатов, Мирин 2008). Для сравнения в качестве фоновой территории мы использовали ивово-ерниковое осоково-хвощевое болото, расположенное на сходном ландшафте, но на территории не затронутом нефтезагрязнением. Наиболее характерными видами фоновой территории были: *Salix myrtilloides, Salix lapponum, Betula nana, Equisetum fluviatle, Menyanthes trifoliata, Comarum palustre, Andromeda polifolia, Eriophorum polyctachion, Eriophorum vaginatum, Calamagrostis*

lapponica[1]. До разлива нефти на территории загрязнения было развито растительное сообщество, идентичное фоновому.

Оценку интегрального положения растительных сообществ в CSR координатах проводили методом взвешенного среднего (community-weighted mean – CWM) (Lavorel et al., 2008). CSR стратегии видов входящих в сообщества определяли в соответствии со сводкой (Hunt et al., 2004). Затем каждую стратегию согласно Pierce et al., (2013) представили в виде третичных координат лежащих в диапазоне от 0 до 100% где 0 означает отсутствие черт данного типа у растений, а 100% – четко выраженную стратегию.

$$ST = \frac{\sum_{i=1}^{N} \ln(A_i + 1) * B_i}{\sum_{i=1}^{N} \ln(A_i + 1)}$$

, где

ST – статус описания; A_i – проективное покрытие *i*-го вида в геоботаническом описании; B_i – значение балла по C, S, R координатам для *i*-го вида, *N* – общее число видов.

В качестве меры различия между положением сообществ в CSR координатах в 2006 и 2014 годах использовали Евклидово расстояние. Статистическую обработку материала проводили при помощи непараметрического рангового критерия Вилкоксона, и ординации методом неметрического многомерного шкалирования (NMS) (McCune, Grace, 2002). Вычисления проводили в пакете R v.3.5.2. с дополнительно установленным пакетом «Vegan» (Oksanen, 2011).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За время эксперимента на всех участках исчезли внешние (видимые) признаки нефтезагрязнения. Содержание нефти в почве уменьшилось при обработке биопрепаратами в среднем с 200-350 мг/г в 2002 году до 10-100 мг/г в 2014, что составило до 75% деструкции от начального содержания. В контрольном варианте снижение за 12 лет составило примерно 2 раза (табл. 1).

Через 4 года после закладки опыта (2006 г.) на участках наблюдались растительные сообщества с преобладанием высеянных при рекультивации злаков: *Agrostis gigantea, Deschampsia caespitosa, Phalaroides arundinacea* и *Phleum pratense,* а также рудеральных видов (*Lapsana communis, Rumex crispus, Plantago major, Tripleurospermum perforatum*). Отмечено единичное присутствие видов промежуточных CSR стратегий (*Rumex acetosella, Stellaria graminea*). Основной причиной появления рудеральных видов на тестовых площадках было проведение механического фрезерования почвы перед экспериментом. С одной стороны, за счет перемешивания было снижено локальное содержание нефти в верхнем горизонте почвы, что позволило более активно развиваться почвенным микроорганизмам и растительности. С другой стороны, растительный покров площадок был полностью механически уничтожен, и восстановительная сукцессия началась заново, что и обусловило появление этих видов. Общее проективное покрытие опытных участков в 2006 году составляло 70-80% и существенно различалось от используемого метода ремедиации.

К 2014 году произошло снижение обилия *Phleum pratense*, который был высеян при рекультивации. Другие виды, используемые при рекультивации, *Deschampsia caespitosa* и *Phalaroides arundinacea* в среднем сохранили свое обилие, а один вид *Agrostis gigantea* существенно увеличил свое присутствие, и распространился на другие экспериментальные площадки. Отметим, что виды, сохранившие или увеличившие свое обилие, являются

[1] Названия видов даны согласно http://www.theplantlist.org/

выраженными конкурентами. Кроме того, эти виды являются злаками, которые являются одними из наиболее устойчивых видов к нефтезагрязненю.

Среди растений, используемых при рекультивации, наименьшую устойчивость показали овес посевной (*Avena sativa*) и клевер луговой (*Trifolium pratense*). Овес, наряду с другими травами, высевался в шести из девяти опытов. В 2006 год этот вид был отмечен на 3 опытных участках (4, 8 и 9) в виде проростков, но большой фитомассы и значимого участия в травостое не образовывал. В 2014 г. овес обнаружен не был ни на одном участке. Клевер также единично присутствовал в 2006 году и полностью выпал из травостоя к 2014.

Таблица 1. Загрязнение почвы нефтью в опыте в период с 2002 по 2014 гг., диапазон из 10 точек, слой 0-20 см), мг/г

Методика рекультивации[1]	**2002**	**2006**	**2014**
«Петролан» (опыт 1)	180-250	30-120	10-60
Контроль (опыт 2)	150-240	120-210	70-120
«Иниполь» (опыт 3)	150-260	45-150	35-130
«Универсал» (опыт 4)	220-340	45-120	10-85
«Омуг» (опыт 5)	130-350	65-240	35-150
«Универсал», лигносорбент, БАГ (опыт 6)	210-380	40-120	5-60
Агростимулирование (опыт7)	180-290	90-120	45-90
«Деконтам» (опыт 8)	250-450	120-250	85-150
«Родер» (опыт 9)	210-380	50-180	5-60
Фон	2.8-3.1	2.8-3.1	2.8-3.1

[1] Детальное описание методов рекультивации приведено в Маганов и др., (2006), Novakovskiy et al., (2021).

За 8 лет наблюдений рудеральные виды были фактически полностью вытеснены видами конкурентной или промежуточной стратегией. Преимущественно в сообщества внедрялись злаки (*Poa pratensis, Calamagrostis purpurea*) и осоки (*Carex canescens, Carex limosa*). Эти виды CS стратегии являются типичными представителями тундровых и болотных сообществ характерных для данной территории. По литературным данным известно, что осоки могут расти на загрязненных территориях и используются при фиторекультивации загрязненных территорий. Наибольшее распространение на экспериментальных площадках получил *Eriophorum vaginatum*. Этот вид, по-видимому, является одним из наиболее устойчивых видов к нефтезагрязнению, по крайней мере, в условиях севера (Racine, 1994). Возможной причиной устойчивости болотных видов к нефтяным разливам является их природная устойчивость к недостатку кислорода в корневом слое, а снижение конкуренции с другими видами, менее устойчивыми к нефтезагрязнению, позволило этим болотным стресс-толерантам существенно увеличить свою биомассу.

Общее проективное покрытие растительных сообществ с 2006 по 2014 гг. незначительно уменьшилось до 60-70%. Уменьшение обилия видов было в основном связано с восстановлением водного режима торфяной почвы в результате заиливания дренажных каналов и подъема уровня грунтовых вод. Что вызвало снижение обилия видов

слабо приспособленных к переувлажненным условиям верховых болот. Наряду с проективным покрытием на экспериментальных площадках уменьшилось и количество представленных в сообществах видов растений от 10-25 в 2006 году, до 4-17 в 2014 (табл. 2).

Таблица 2. Динамика показателей биоразнообразия для опытных участков, контроля и фоновой территории

Номер опыта	Общее проективное покрытие	Число видов	Евклидово расстояние между CSR баллами в 2006 и 2014 гг.
Опыт 1	70-80 / 70-80	21 / 16	28.8
Опыт 3	60-70 / 50-60	25 / 17	16.4
Опыт 4	50-60 / 45-50	16 / 10	33.4
Опыт 5	60-70 / 70-75	15 / 13	18.9
Опыт 6	90-95 / 80-85	16 / 4	18.2
Опыт 7	80-90 / 70-75	15 / 12	13.4
Опыт 8	50-60 / 40-45	15 / 13	15.9
Опыт 9	70-80 / 70-80	19 / 22	15.0
Контроль (Опыт 2)	Растительность отсутствует / 25-30	0 / 19	-
Фоновый участок	Проективное покрытие видов не измеряли / 55-60	15 / 13	-

Примечание. Первое значение в клетке – 2006 г. / второе значение – 2014 г. Прочерк «-» означает отсутствие или неполные данные, не позволяющие провести расчеты.

Исключением является опыт №2 (контроль), на котором была проведена только механическая очистка территории от нефти. В 2006 году растительность на этом участке полностью отсутствовала, а в 2014 году здесь было зафиксировано 19 видов сосудистых растений. Однако проективное участие растений на контрольном участке составляло всего 25-30% что существенно меньше чем на опытных участках. На контрольном участке, где травы-фиторемедианты не высевали, произошло внедрение типичных тундрово-болотных видов S стратегии: *Empetrum hermaphroditum, Eriophorum angustifolium, Eriophorum vaginatum, Vaccinium myrtillus, Lycopodium clavatum*, а также наблюдается подрост березы, ели, лиственницы и различных видов ив.

Наиболее стабильная ситуация отмечена для фоновой территории. Число видов и проективное покрытие практически не менялось и составляло 13-15 видов сосудистых растений при 55-60% проективного покрытия.

Рассчитанное Евклидово расстояние показало величину изменений CSR координат между 2006 и 2014 гг. для разных экспериментальных площадок. Минимальная разница отмечена для экспериментальной площадки №7 (агрохимическая рекультивация, без использования биопрепаратов нефтеокисляющего действия) и составила 13.4 балла. Максимальные изменения отмечены для опытов 4 и 1 – около 30 баллов (Табл. 2).

Анализ геоботанических описаний методом NMS ординации показал наличие двух четко выраженных групп (рис. 1). В первую группу попали все опытные площадки 2006 года, во вторую группу они же в 2014 году. Отдельно на диаграмме отстоят описания фоновых территорий и контрольная площадка за 2014 год. На диаграмме четко выражен градиент растительных сообществ. В правом верхнем углу расположены описания сделанные в 2006 году, которые характеризуются преобладанием видов рудеральной стратегии. Описания 2014 года занимают промежуточное положение и имеют увеличенный балл по шкале конкурентности. Фоновые сообщества и контрольный участок расположены в левом-нижнем углу диаграммы и характеризуются преобладанием стресс-толерантов. Другими словами, для всех экспериментальных участков мы наблюдаем сдвиг с течением времени в сторону преобладания C и CS видов. Такие изменения характерны для заброшенных территорий (Новаковский, Панюков, 2018) и хорошо согласуются с теоретическими положениями теории Раменского-Грайма.

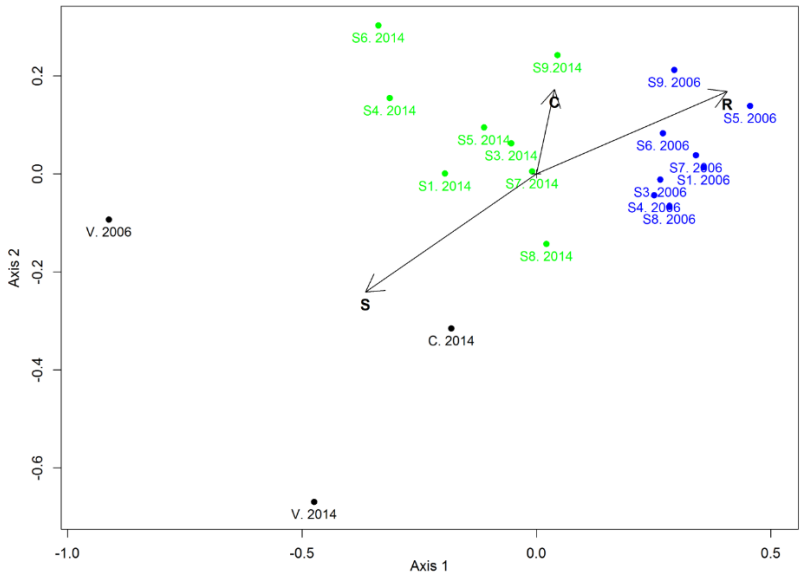


Рисунок 1. Ординация растительных сообществ методом NMS. Мера сходства – качественный коэф. Съеренсена-Чекановского. S1-S9 номера тестовых площадок. C – (контрольная площадка), V – фоновая территория. Синим цветом выделены описания экспериментальных площадок 2006 года, зеленым – описания 2014 года. Черным – описания контроля и фоновой территории. Векторами отображены баллы по C, S и R осям треугольника Грайма.

Изменение видового состава и обилия доминирующих видов закономерно привело к изменениям средне-взвешенных значений по C, S и R осям. Так для всех пробных площадок отмечено значимое (табл. 3) увеличение балла по шкале конкурентности с 37-45 % в 2006 году до 49-55 % в 2014 и уменьшение балла шкале рудеральности с 30-40% в 2006 г. до 10-30% в 2014 г. Средний бал по оси стресс-толерантности за время проведения эксперимента значимо не изменился и составил 18-25% для всех опытов. Это существенно меньше, чем у контрольной площадки (C – 39%, S – 51%, R – 10%) и фоновой территории (C – 29-36%, S – 60-62%, R – 4-9%).

Анализ траекторий изменения CSR координат со временем показывает аналогичную картину (рис. 2). Между 2006 и 2014 годами наблюдается сдвиг от R/CSR к C/CS стратегиям. Интересно отметить, что контрольная площадка №2 является наиболее близкой к фоновой территории, по ее CSR координатам и ближе всего лежит к CS стратегии.

Таблица 3. Обобщенные показатели баллов по CSR шкалам и индексам биоразнообразия по всем экспериментальным площадкам

Показатель	Среднее значение по опытным площадкам		*W*	*p*
	2006 г.	2014 г.		
C	43.5 ± 4.8	54.3 ± 4.1	2	<0.001
S	18.8 ± 5.1	23.0 ± 6.1	24	0.158
R	37.7 ± 3.4	22.9 ± 7.2	81	<0.001
Число видов	16.9 ± 4.3	12.7 ± 5.4	58.5	0.120

Примечание. В таблице приведено среднее арифметическое ± стандартное отклонение. C – балл по шкале конкурентности, S – шкале стресс-толерантности, R – рудеральности; *W* – значение критерия Вилкоксона с коррекцией на непрерывность, *p* – уровень значимости.

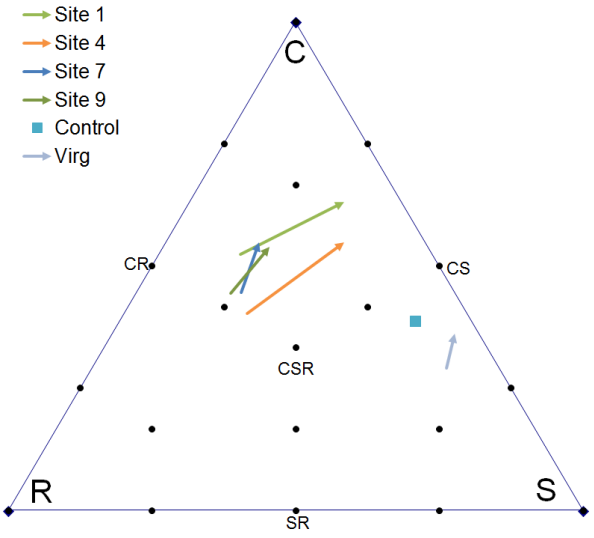


Рисунок 2. Траектории изменения CSR координат для фоновой территории и выборочных опытных участков (два участка с наименьшим и два участка с наибольшим различием – табл. 2). Начало стрелки – 2006 г., окончание – 2014 г.
Синий квадрат – контрольный участок в 2014 году.

Таким образом, при фиторемедиации чаще всего используют виды наиболее устойчивые к нефтезагряжнению, характеризующиеся высокой скоростью роста и относительно большой продуктивностью. Чаще всего такие виды являются конкурентными. В условиях севера такие сообщества оказываются достаточно устойчивыми и не позволяют внедряться на рекультивируемые территории стресс-толерантным видам, которые типичны для тундровых и болотных сообществ. Это приводит к замещению естественной растительности на интразональную, т.е. ту, которую использовали при фиторемедиации. С другой стороны, использование только механических способов очистки, без высевания фиторемедиантов позволяет сформировать растительные сообщесва наиболее близкие к естественной растительности, но скорость такого восстановления существенно ниже, чем при высевании травосмесей.

Список литературы

1. Ипатов, В. С., Мирин, Д. М. Описание фитоценоза. Санкт-Петербургский гос. ун-т, Санкт-Петербург, 2008. 70 с.

2. Маганов Р. У., Маркарова М. Ю., Муляк В. В., Загвоздкин В. Е., Заикин И. А. Природоохранные работы на предприятиях нефтегазового комплекса. Часть 1. Рекультивация загрязненных нефтью земель в Усинском районе Республики Коми. Сыктывкар, 2006. 208 с.
3. Мелехина Е. Н., Маркарова М. Ю., Щемелинина Т. Н., Анчугова Е. М., Канев В. В. Восстановительные сукцессии биоты в торфяной почве с нефтяным загрязнением при различных методах биологической рекультивации // Почвоведение. 2015. № 6. С. 740–750.
4. Новаковский, А.Б., Панюков, А.Н. Анализ сукцессионной динамики сеяного луга при помощи системы жизненных стратегий Раменского-Грайма // Экология. 2018. № 2. С. 110–118.
5. Раменский, Л. Г. О принципиальных установках, основных понятиях и терминах производственной типологии земель, геоботаники и экологии // Советская ботаника. 1935. № 4. С. 25–42.
6. Grime, J. P. Vegetation classification by reference to strategies // Nature. 1974. Vol. 250. P. 26–31.
7. Hunt R., Hodgson J. G., Thompson K., Bungener P., Dunnett N., Askew A. A new practical tool for deriving a functional signature for herbaceous vegetation // Applied Vegetation Science. 2004. Vol. 7. P. 163–170.
8. McCune B., Grace J.B. Analysis of ecological communities. MjM Software Design, Oregon, 2002. 300 p.
9. Novakovskiy A. B., Kanev V. A., Markarova M. Y.. Long-term dynamics of plant communities after biological remediation of oil-contaminated soils in far north // Scientific Reports. 2021. Vol. 11. P. 4888.
10. Oksanen J., Blanchet F. G., Friendly M., Kindt R., Legendre P., McGlinn D., Minchin P. R., O'Hara R. B., Simpson G. L., Solymos P., Stevens M. H., Szoecs E., Wagner H. vegan: Community Ecology Package. R package version 2.4-6. 2018.
11. Racine, C. H. Long-term recovery of vegetation on two experimental crude oil spills in interior Alaska black spruce taiga // Canadian Journal of Botany. 1994. Vol. 72. P. 1171–1177.

ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЗАНДРОВО-ВОДОРАЗДЕЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ НАГОРНОЙ ДУБРАВЫ

Одноралов Г.А.[1], Голядкина И.В.[1], Тихонова Е.Н.[1]
[1]Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, г. Воронеж, Россия
golyadkina@vgltu.ru

FOREST GROWING CONDITIONS OF OUTWASH PLAIN LANDSCAPES OF VORONEZH UPLAND OAK FOREST

Odnoralov G.A.[1], Golyadkina I.V.[1], Tikhonova E.N.[1]
[1]Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia.
golyadkina@vgltu.ru

Аннотация. Воронежская нагорная дубрава занимает часть Дон-Воронежского зандрового водораздела и приречные склоновые типы местности. Зандровый водораздел с абсолютными отметками 155-165 м, осложненный эоловыми песчаными буграми с восточной стороны, переходит в денудационную часть коренного склона долины реки

Воронеж. Флювогляциальные пески водораздельно-зандровых типов местности определяют состав леса. Здесь рядом с судубравой свежей осоково-снытьевой и дубравой снытьево-осоковой произрастают субори и чистые сосновые посадки. Культуры сосны обыкновенной (Pinus silvestris L.) на песках являются основным направлением лесоразведения. Цель данной работы – выяснить лесорастительный потенциал зандровых отложений. Результаты проведенных работ показывают, что экологическое состояние приспевающих культур сосны сильно угнетенное, туповершинное, стволы наклонены и искривлены. Общая биомасса насаждения составляет 42,3 т/га, что соответствует продуктивности лесотундровых ландшафтов. Поэтому в будущем, при создании лесных культур сосны в аналогичных условиях следует наряду с лесоводственными мероприятиями, регулировать содержание глинистой составляющей литогенной части ландшафтов.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, пески флювиогляциальные, зандрово-водораздельные ландшафты, пригородные леса, лесорастительный потенциал.

Abstract. The Voronezh upland oak forest occupies part of the Don-Voronezh outwash watershed and riverine slope types of terrain. The outwash watershed with absolute elevations of 155-165 m, complicated by eolian sand mounds on the eastern side, passes into the denudation part of the bedrock slope of the Voronezh river valley. Fluvoglacial sands of watershed-outland types of terrain determine the composition of the forest. Here, next to the fresh sudubrava and the oak forest, subori and pure pine plantations grow. Scotch pine (Pinus silvestris L.) cultures on the sands are the main direction of afforestation. The purpose of this work is to find out the forest growth potential of outwash deposits. The results of the work carried out show that the ecological state of the maturing pine crops is strongly depressed, blunt-topped, the trunks are inclined and twisted. The total biomass of the stand is 42.3 t/ha, which corresponds to the productivity of forest-tundra landscapes. Therefore, in the future, when creating forest plantations of pine in similar conditions, along with silvicultural activities, it is necessary to regulate the content of the clay component of the lithogenic part of landscapes.

Keywords: Pinus silvestris L., fluvioglacial sands, outwash plain landscapes, suburban forests, forest growing conditions.

Потребительское отношение к лесу привело к уничтожению огромных его площадей и деградации оставшихся насаждений лесных массивов. Взгляд на лес как источник деловой древесины делает достаточным всего лишь определение возраста насаждения, высоты и диаметра деревьев, полноты насаждения, чтобы определить его бонитет, запас древесины и её стоимость.

Но ведь не в этом заключается его биосферная функция. Лес объединяет в единую систему взаимодействия приземную атмосферу, горные породы и гидросферу, преобразует их и создает в этой системе упорядоченность, организованность, снижая энтропию (Таранков В.И., 2006).

Чистый насыщенный фитонцидами воздух, положительная энергетика видовое разнообразие органического и минерального мира делают лес главным медико-биологическим ресурсом планеты. Особенно если эти леса – пригородные или расположены в городской черте или специально созданные в качестве зеленого пояса или зеленого кольца города.

Основным лесным массивом, составляющим зелёную зону города Воронежа является знаменитая Воронежская нагорная дубрава, занимающая часть Дон-Воронежского зандрового водораздела и приречные склоновые типы местности.

Зандровый водораздел с абсолютными отметками 155-165 м, осложненный эоловыми песчаными буграми с восточной стороны, переходит в денудационную часть коренного склона долины реки Воронеж.

В геологическом отношении междуречье представлено песчано-глинистыми породами четвертичного и неогенового возраста, залегающими на девонских мергелистых глинах, под которыми находится кристаллический фундамент из гранитов и гранито-гнейсов.

Флювогляциальные пески водораздельно-зандровых типов местности определяют состав леса. Здесь рядом с судубравой свежей осоково-снытьевой и дубравой снытьево-осоковой произрастают субори и чистые сосновые посадки.

Понимая, что культуры сосны обыкновенной на песках являются основным направлением лесоразведения, перед нами встала задача: выяснить лесорастительный потенциал зандровых отложений.

Для этого в квартале 48 Правобережного лесничества ВГЛТУ (выдел 2) в культурах сосны была заложена пробная площадь, где исследовались литогенные и биогенные компоненты, водораздельно-зандрового ландшафта. Полнота 67-летнего насаждения характеризуется показателем 4 балла и бонитет насаждения равен 3. Подрост отсутствует, а в редком подлеске произрастает ракитник и бересклет бородавчатый.

Из почвенного шурфа глубиной более 2-х метров были отобраны послойные пробы почв и коры выветривания, в которых были проведены лабораторные анализы гранулометрического состава почвенного профиля методом Качинского, минералогический анализ легкой и тяжелой фракции материнской породы, плотность слоёв. Минералогический анализ выполнялся в лаборатории Воронежской геологической экспедиции (Одноралов Г.А. и др., 2017).

Параллельно весовым методом определяли массу всех частей дерева (хвои, ветвей крупных и мелких, ствола, корней, лесной подстилки, травяного и мохового ярусов), всё пересчитывали на сухую массу.

Морфологическое строение почвенно-литологической составляющей зандрово-лесораздельного ландшафта приводится ниже по описанию картировочного шурфа №630, расположенного в двухстах метрах восточнее автотрассы Воронеж-Москва в квартале 48.

Горизонт А 0-20/20 серый, свежий, связнопесчанный, рыхлый, бесструктурный, пронизан корнями, переход в следующий горизонт постепенный.

Горизонт В1 20-43/23 серый, светлее предыдущего, сквежий, рыхлопесчаный, бесструктурный, много корней, переход постепенный.

Горизонт В2 43-124/81 желтовато-бурый, свежий, рыхлопесчанный, бесструктурный, слегка уплотнён, отдельные корни, переход постепенный.

Горизонт С 124-200/76 палевый с железистыми примазками, свежий, рыхлопесчаный, рыхлый, редкие тонкие ортзандовые прослойки.

Бурение в дно шурфа показало, что подобные пески с глубины 4,0 м становятся водоносными, а с глубины 5-ти метров залегает водоупорная глинистая прослойка, мощностью 0,5 метра.

Таким образом, вся корненасыщенная почвенно-грунтовая толща представлена практически однородным водно-ледниковым среднезернистым песком, с доминированием фракции от 1,0 до 0,25 мм (таблица 1). Алевритовая часть состоит в основном из частиц крупной пыли (размер 0,05 – 0,01 мм), средняя пыль в основной части профиля вовсе отсутствует, а мелкая – составляет всего лишь десятые доли процента. Накопление ила начинается выше 150-160 см, что указывает на смену морфолитогенеза педогенной фазой формирования водораздела, когда снизилась интенсивность поступления песка, полностью заглушающего рост растений и развитие почвообразовательного процесса.

Таблица 1. Гранулометрический состав флювиогляциальных песков

Горизонт	Глубина отбора проб (см)	Содержание фракций в %							Гранулометрический состав
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	<0,01	
A	0-20	81,64	7,89	4,40	3,41	-	2,66	6,07	Песок связный
B_1	30-40	78,34	9,87	8,48	-	0,28	3,03	3,31	Песок рыхлый
B_2	50-60	82,28	7,24	7,99	-	0,8	1,69	2,49	Песок рыхлый
C	150-160	85,46	9,4	3,30	-	0,14	1,70	1,84	Песок рыхлый
	180-190	89,43	8,75	-	0,84	0,98	-	1,82	Песок рыхлый

Лесоводы давно связывают трофотоп местообитания с его гранулометрическом составом, не вдаваясь в смысл этих связей (Ремезов Н.П. и др., 1967). Чтобы разобраться в этом необходимо определить минеральный состав материнских пород.

Вокруг Воронежа располагаются отложения покровных лессовидных суглинков, обогащенных высокодисперсными минералами, но много и площадей, покрытых песчаными отложениями. Каждый минерал – носитель рассеянных элементов с определенными уровнями их концентрации. Пески обычно состоят из обломков кварца, состоящего из кремния. На долю остальных химических элементов приходится очень малый процент. Соответственно, уровни концентрации элементов очень низкие. В глинистых минералах, слагающих фракцию частиц меньше 0,001 мм, концентрируются многие рассеянные элементы.

Кроме того, суглинистая и глинистая составляющая пород и почв обладает способностью сорбировать на своей поверхности многие элементы, что увеличивает их участие в биологическом круговороте.

Следовательно, чем больше в литогенной части ландшафта частиц физической глины и особенно её тонкодисперсной части – ила, тем выше трофность местообитания.

В таблице 2 представлены результаты минералогических исследований тяжелой фракции зандровых отложений Дон-Воронежского водораздела.

Таблица 2. Минералогический состав тяжелой фракции зандровых отложений

Минералогический состав тяжелой фракции, %											
Рутил	Дистен	Силлимонит	Ставролит	Циркон	Турмалин	Гранат	Роговая обманка	Эпидот	Апатит	Сфен	Содержаний тяжелой фракции
15,4	21,8	16,3	23,1	11,6	6,1	3,6	1,5	0,6	ед.з.	ед.з	0,07

Главным почвообразующим минералом лёгкой фракции является кварц. Его содержание достигает 95-100 %. Зёрна кварца слабо и среднеокатанные, прозрачные. Полевые шпаты в незначительном количестве представлены ортоклазом и единичными зёрнами (ед.з.) микроклина, интенсивно *выветренными* до глин. В тяжелой фракции преобладают минералы устойчивые к выветриванию. Из непрозрачных – это ильменит, среди прозрачных ставролито-дистено-рутиловые ассоциации с турмалином, силлимонитом и гранатом. Среди неустойчивых к выветриванию в незначительных количествах присутствуют амфиболы и эпидот.

Минералы тяжелой фракции в отложениях водораздела имеют весьма незначительный выход, составляющий 0,07 % или 0,7 кг на тонну породы.

Чтобы определить их содержание в 2-х метровом корнеобитаемом слое на площади в один гектар следует перевести процентное содержание частиц различных фракций в тонны на гектар (таблица 3).

Таблица 3. Масса гранулометрических фракций (т/га)

№ разреза	ТЛУ	Глубина отбора проб (см)	Масса фракций (т/га)					
			Физический песок		> 0,01	Физическая глина		<0,01
			1- 0,05	0,05-0,01		0,01-0,001	<0,001	
	A_2	0-50	6185	486	6671	139	188	327
		50-100	6817	366	7179	29	146	175
		100-150	6917	366	7283	51	147	198
		150-200	7027	348	7281	45	151	196
		0-200	**26946**	**1335**	**29227**	**264**	**632**	**896**

Зная, что крупные песчаные фракции сложены лёгким минералом – в основном, кварцом, а алевритовые (частицы размером 0,01 до 0,001 мм) тяжелыми минералами, после умножения массы алевритовой фракции (264 т/га) на выход минералов тяжелой фракции (0,7 кг/ т породы) получим массу тяжелых минералов в двухметровом почвенно-грунтовом слое пород, равную 264*0,7= 184,8 кг/га. Если учесть, что в состав тяжелых минералов, приведённых в таблице 3 входят кальций, магний, железо, алюминий, калий, ванадий, титан, фтор, хром, литий, марганец и другие, то становится очевидным, что суммарного их содержания в породах явно недостаточно для лесных культур и, стало быть, лесорастительный потенциал водораздельно-зандровых типов местности крайне низкий.

Подтверждением этого служит угнетенное состояние лесных культур сосны, созданных на западной водораздельной части нагорной дубравы в послевоенное время для закрепления песков (таблица 4).

Таблица 4. Биологическая продуктивность культур сосны водораздельно-зандровых типов местности

	Масса компонентов фитоценоза (т/га)									
	Хвоя, листья	Ветви		Ствол	Подстилка	Надземная масса	Корни		Подземная масса	Общая
		мелкие	крупные				мелкие	крупные		
Сосна	4,2	2,5	5,7	10,2	2,1	24,7	2,1	12,6	14,7	39,4
Подлесок	0,3	0,4	-	1,1	0,3	2,1	0,6	-	0,6	2,7
Мох, травы					0,2	0,2				0,2
Всего	**4,5**	**2,9**	**5,7**	**11,3**	**2,6**	**27,0**	**2,7**	**12,6**	**15,3**	**42,3**

Культуры сильно изрежены. Тип леса – бор свежий травяной, тип лесорастительных условий – A_2, возраст – 67 лет, высота – 17 м, средний диаметр – 22 см, полнота – 4, бонитет – 3.

Приведенные в таблице 4 данные показывают, что экологическое состояние приспевающих культур сосны сильно угнетенное, туповершинное, стволы наклонены и искривлены. Общая биомасса насаждения составляет 42,3 т/га, что примерно соответствует по расчетам Родина и Базилевич продуктивности лесотундровых ландшафтов (Родин Л.Е. и др., 1967). Поэтому в будущем, при создании лесных культур сосны в аналогичных

условиях следует наряду с лесоводственными мероприятиями, регулировать содержание глинистой составляющей литогенной части ландшафтов.

Список литературы

1. Одноралов Г.А., Тихонова Е.Н., Трегубов О.В., Голядкина И.В. Литогенная основа продуктивности Воронежской нагорной дубравы // Лесотехнический журнал.2017. Т.7. №2(26). С. 26 – 34.
2. Ремезов Н.П., Погребняк П.С. Лесное почвоведение. Москва: Лесная промышленность, 1965. – 324 с.
3. Родин Л.Е., Ремезов Н.П., Базилевич Н.И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота. Л.: Изд-во «Наука», 1967. – 143с.
4. Таранков В.И. Мониторинг лесных экосистем: учебное пособие. Воронеж: Воронежская государственная лесотехническая академия, 2006. – 300 с.

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ КАТАЛАЗЫ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ АНТИБИОТИКАМИ ТЕТРАЦИКЛИНОВОЙ ГРУППЫ

Попова Е.А., Акименко Ю.В., Фастова А.С.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный Федеральный Университет» Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, г.Ростов-на-Дону

Elpopova00@mail.ru

CHANGES IN THE ACTIVITY OF CATALASE OF ORDINARY CHERNOZEM WHEN CONTAMINATED WITH TETRACYCLINE GROUP ANTIBIOTICS

Popova E.A., Akimenko Y.V., Fastova A.S.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Southern Federal University" Academy of Biology and Biotechnology named after D.I. Ivanovsky, Rostov-on-Don

Elpopova00@mail.ru

Аннотация. В работе приведены результаты исследования воздействия антибиотиков тетрациклиновой группы (окситетрациклин, тетрациклин) на активность каталазы чернозема обыкновенного, инкубированного в трех разных температурных режимах (0-50С, 20-220С, 300С). Наибольшее снижение активности каталазы наблюдается при сочетанном воздействии тетрациклина и окситетрациклина в концентрации 1000 мг/кг при температуре 20-220С. Инкубация загрязненных антибиотиком образцов почвы в течение 30 суток при повышенных (300С) и пониженных (0-50С) температурах приводит к снижению его воздействия относительно инкубации при температуре 20-220С.

Ключевые слова: антибиотики, загрязнение, почва, каталаза, окситетрациклин, тетрациклин.

Abstract. The paper presents the results of a study of the effects of tetracycline group antibiotics (oxytetracycline, tetracycline) on the catalase activity of ordinary chernozem incubated in three different temperature regimes (0-50C, 20-220C, 300C). The greatest decrease in catalase activity is observed with the combined effect of tetracycline and oxytetracycline at a concentration of 1000 mg / kg at a temperature of 20-220C. Incubation of soil samples contaminated with an antibiotic for 30 days at elevated (300C) and lowered (0-50C) temperatures leads to a decrease in its effect relative to incubation at a temperature of 20-220C.

Keywords: antibiotics, pollution, soil, catalase, oxytetracycline, tetracycline.

В современном мире антибиотики нашли очень широкое распространение. Их применение возможно как в медицине, так и в качестве профилактики, например, для предупреждения бактериальных инфекций сельскохозяйственных животных и растений, а также в качестве стимуляторов роста. Неоспорим тот факт, что антибиотики в целом улучшают нашу жизнь, предотвращая разного рода бактериальные заболевания, но их бесконтрольное применение приводит к возникновению резистентных к антибиотикам бактериальных форм, что грозит потерей их эффективности.

Целью данной работы является изучение влияния антибиотиков тетрациклиновой группы на активность каталазы чернозема обыкновенного, а также выявление взаимосвязей между температурным режимом и степенью воздействия антибиотиков.

Каталаза – это фермент класса оксидоредуктаз, который участвует в разложении перекиси водорода, которая в свою очередь образуется в результате дыхания живых организмов и окислительных реакций (Казеев и др., 2016). Перекись водорода способна наносить губительное воздействие на клеточные формы жизни, относясь к активным формам кислорода, вызывая оксидативный стресс, который выражается в окислении липидов и нуклеиновых кислот, являющихся важнейшими компонентами клеток (Меньщикова, 2006). Важно знать будет ли оказывать влияние загрязнение почв антибиотиками на каталазную активность, которая в свою очередь может напрямую коррелировать с показателями биомассы микроорганизмов почвы (Казеев и др.,2016).

Объектом исследования являлся чернозем обыкновенный (Ботанический сад, Ростов-на-Дону).

В лабораторных условиях моделировали загрязнение почвы антибиотиками окситетрациклин и тетрациклин. Воздушно-сухие образцы почв обрабатывали растворами антибиотиков (в концентрациях 10, 100, 1000 мг/кг почвы), а также смесью данных антибиотиков в приведенных ранее концентрациях. Инкубировали образцы в трех температурных режимах, комнатная температура (20-220С), высокая температура (300С) и низкая температура (0-50С). Исследования проводили через 30 суток после загрязнения. Контролем служили образцы почвы, не загрязненные антибиотиками. Концентрации и сроки инкубации были выбраны на основе литературных данных и ранее проведенных рекогносцировочных исследований (Акименко и др., 2013, 2014, 2015, 2016, 2019). В качестве показателя биологической активности был исследован фермент класса оксидоредуктаз - каталаза.

Согласно шкале для оценки степени, обогащённой почв ферментами чернозём обыкновенный, характеризуется средним уровнем обогащённости каталазой (6,8 мл О2/г/мин) (Звягинцев, 1978).

В результате исследования чернозема обыкновенного при загрязнении антибиотиками тетрациклиновой группы установили, что наибольшее влияние на активность каталазы оказывает сочетанное воздействие антибиотиков окситетрациклин и тетрациклин в концентрации 1000 мг/кг (рис. 1). Также можно наблюдать, что с увеличением концентрации антибиотика от 10 до 1000 мг/кг снижается и активность фермента.

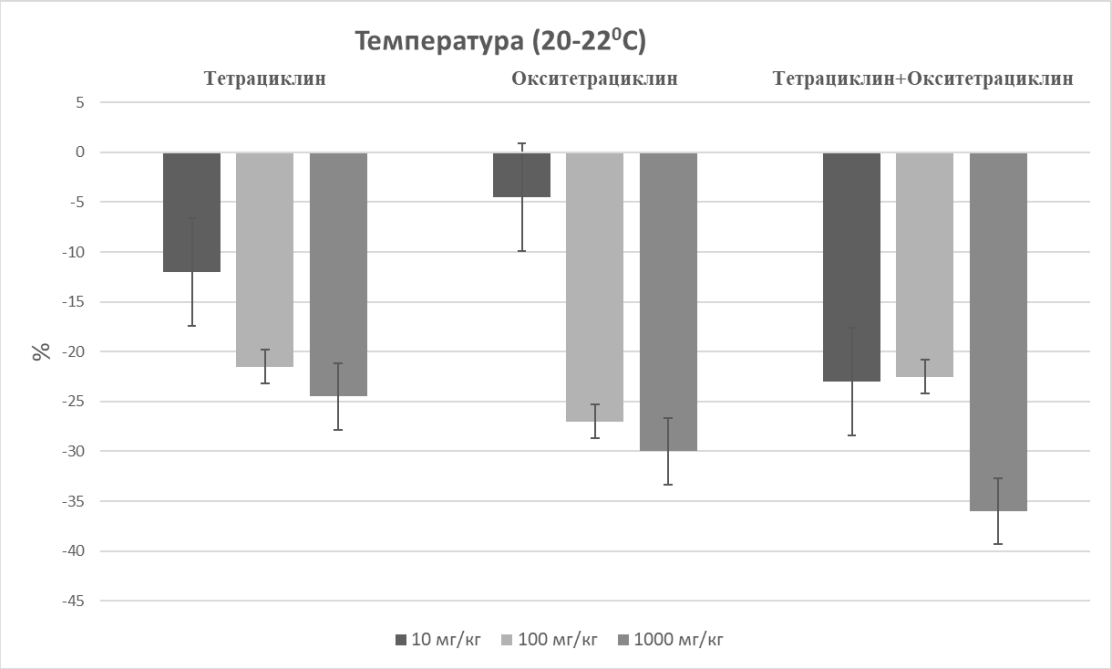


Рисунок 1. Изменение активности каталазы чернозема обыкновенного, загрязненного антибиотиками при температуре 20-220С (% от контроля)

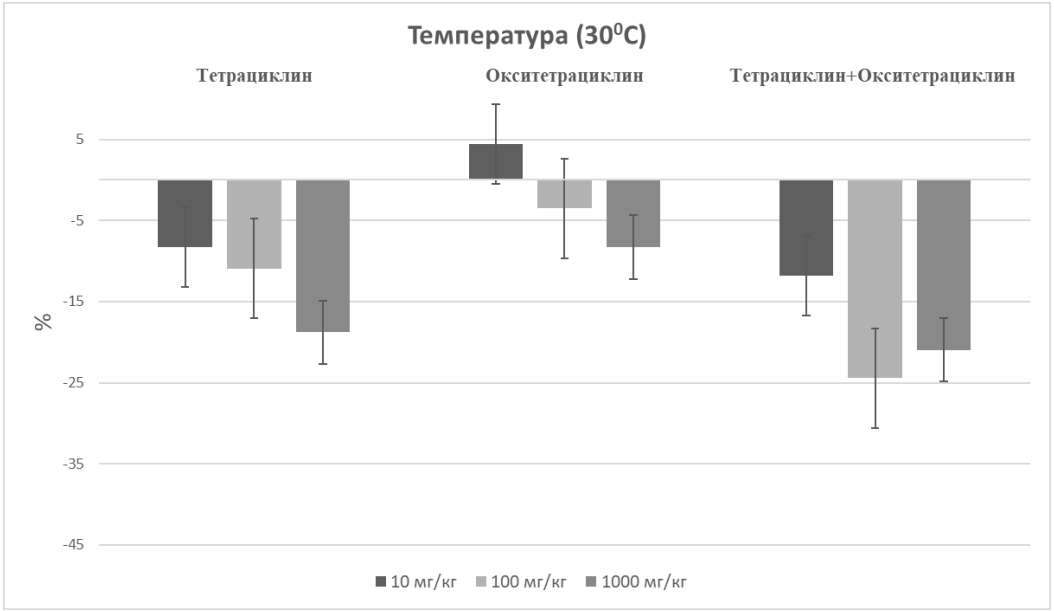


Рисунок 2. Изменение активности каталазы чернозема обыкновенного, загрязненного антибиотиками при температуре 300С (% от контроля)

Достоверное снижение активности каталазы наблюдается в концентрации 1000 мг/кг почвы при воздействии тетрациклина, а также в концентрации 100 и 1000 мг/кг почвы при сочетанном воздействии антибиотиков тетрациклин и окситетрациклин. Снижение составляло порядка 20% от контрольных значений (рис. 2).

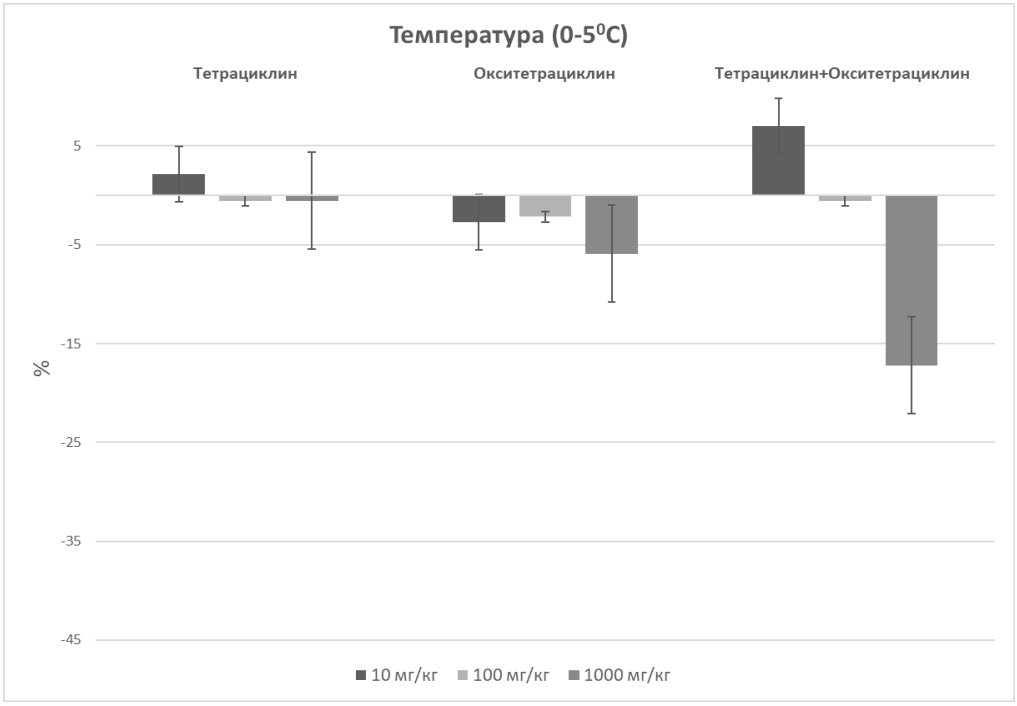


Рисунок 3. Изменение активности каталазы чернозема обыкновенного, загрязненного антибиотиками при температуре 0-50С (% от контроля)

Достоверное снижение фермента при загрязнении чернозема обыкновенного наблюдается лишь в концентрации 1000 мг/кг почвы при сочетанном воздействии антибиотиков тетрациклин и окситетрациклин (рис. 3).

Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что наибольшее влияние на активность фермента оказывает комплексное воздействие антибиотиками тетрациклин и окситетрациклин в концентрации 1000 мг/кг. Так же наблюдается, что повышенные и пониженные температуры оказывают ингибирующее действие на антибиотики, снижая их активность, по сравнению с инкубацией при комнатной температуре.

Исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых российских ученых – кандидатов наук (МК 2085.2022.1.4).

Список литературы

1. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние загрязнения антибиотиками на биологические свойства чернозема обыкновенного / Ю.В. Акименко, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. - 154 с.
2. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Козунь Ю.С., Мясникова М.А. Изменение биологических свойств чернозема обыкновенного североприазовского при загрязнении современными биоцидами // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 18, №2 (2), 2016. С. 276-279.
3. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Мазанко М.С. Экологические последствия загрязнения почв антибиотиками // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т.15. № 3. С. 1196.
4. Акименко Ю.В., Чувараева О.В., Колесников С.И., Казеев К.Ш., Минникова Т.В. Оценка экологического состояния основных почв юга России в условиях загрязнения

антибиотиками: монография / Ю. В. Акименко, О. В. Чувараева, С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, Т.В. Минникова; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2019. – 114 с.
5. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Козунь Ю.С., Мясникова М.А., Одабашьян М.Ю., Николаева К.Н., Тимошенко А.Н. Устойчивость микроорганизмов чернозема к загрязнению антибиотиками в условиях полевого модельного опыта // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 135-148.
6. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. 1978. No 6. С. 48-54.
7. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. – Южный федеральный университет – Ростов н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2016. 356 с.
8. Меньщикова Е. Окислительный стресс. Прооксиданты и антиоксиданты, Е. Б. Меньщикова, В. З. Ланкин, Н. К. Зенков, И. А. Бондарь, Н. Ф. Круговых, В. А. Труфакин — М.: Фирма «Слово», 2006. — 556 с
9. Akimenko Yu.V., Kolesnikov S.I, Kazeev K.Sh. Environmental impact as-sesment of tylosin and nystatin on biological properties of chernozem / 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2015, Book 3 Vol. 2, 131-138 pp.

ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕННОГО ЭФФЕКТА НА ЧИСЛЕННОСТЬ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ

Приходько В.Д., Казеев К.Ш.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
vpr@sfedu.ru

INFLUENCE OF THE PYROGENIC EFFECT ON SOIL MICROBIAL NUMBERS IN WILDFIRE MODELS

Prikhodko V.D., Kazeev K.Sh.
Southern federal university, Rostov-on-Don, Russia
vpr@sfedu.ru

Аннотация. Пожары оказывают комплексное воздействие на экосистемы, что приводит к гибели растительности и изменению химических, физических и биологических свойств почвы. Целью работы стала оценка влияния пирогенного эффекта на численность микроорганизмов, спустя год после прямого воздействия огня на почву. Объектом исследования был чернозём миграционно-сегрегационный территории Ботанического сада Южного федерального университета. Модельный опыт заключался в заложении трех костров с разным количеством горючего материала. Исследование показало, что даже спустя год после воздействия сохраняется закономерное снижение численности микромицетов в постпирогенных почвах в зависимости от увеличения количества энергии, поступающей в результате горения костров.

Ключевые слова: биологические индикаторы, микромицеты, постпирогенные почвы, пал.

Abstract. Fires have a complex impact on ecosystems, which leads to the death of vegetation and changes in the chemical, physical and biological properties of soil. The aim of the work was to assess the influence of pyrogenic effect on the number of microorganisms, one year

after the impact of fire on the soil. The object of the study was the Haplic Chernozem of the Botanical Garden of Southern Federal University. The model experiment consisted of laying three fires with different amounts of flammable material that ranged. The study showed that even one year after pyrogenic impact, the pattern of decreasing soil fungi plenty saved in relation to increasing the amount of energy supplied by burning fires.

Keywords: biological indicators, soil fungi, post-pyrogenic soils, forest fires.

Возрастающие число и площадь лесных пожаров наносят экономические потери, ущерб здоровью населения, ведут к деградации экосистем и выбросам парниковых газов и являются угрозой для экономического сектора страны (Константинов и др., 2016).

Пожар как важный фактор в формировании почв, был изучен многими исследователями (Якимова и др., 2016; Вилкова и др., 2021; Нижельский и др., 2021), но в то же время характер и степень пирогенного воздействия на почву могут быть различными в зависимости от физико-географических условий, первоначальных свойств почвы, а также типа и интенсивности пожара (Тарасов, 2011). Пожары оказывают комплексное воздействие на экосистемы, изменяя гидрологическую реакцию почвы и усиливая ее деградацию, что приводит к гибели растительности и изменению химических, физических и биологических свойств почвы (DeBano, 2000). Исследования показывают, что сразу после пожаров содержание микробной биомассы в почвах обычно снижается, но уже в течение нескольких дней или месяцев биомасса гетеротрофных микроорганизмов восстанавливается до исходного уровня или даже превышает его (Pietikainen, Fritze, 1993; Grasso et al., 1996; Hernandez et al., 1997). Цель работы – оценить влияние пирогенного эффекта на численность микроорганизмов, спустя год после прямого воздействия огня на почву.

Объектом исследования был чернозем миграционно-сегрегационный территории Ботанического сада Южного федерального университета. Этот объект широко используется при мониторинге окружающей природной среды, в том числе почвенного покрова. Подобные почвы занимают большую часть территории юга России и являются одними из самых продуктивных почв мира.

Модельный опыт заключался в заложении трех костров с разным количеством горючего материала, которое варьировало от 1кг в первом варианте, 6,2 кг во втором варианте, до 18,6 кг в третьем варианте. В результате количество поступившей тепловой энергии от костров в разных вариантах составило 10×10^6 Дж, 93×10^6 Дж, 279×10^6 Дж соответственно. Для измерения температурного воздействия огня использовались электронные термометры, пирометр и логгеры. Исследование ферментативной активности осуществлялось в лабораториях кафедры экологии и природопользования Южного федерального университета с применением традиционных для экологии методов (Казеев и др., 2016)

Исследование показало, что даже спустя год после пирогенного воздействия сохраняется закономерность снижения численности микромицетов в зависимости от увеличения количества энергии, поступающей в результате горения костров (рис.). Так, при минимальном количестве энергии (10×10^6 Дж) и 93×10^6 Дж, число колоний снизилось более чем в два раза относительно контрольных образцов, а при количестве энергии равной 279×10^6 Дж – в 12 раз, что говорит о пролонгированном негативном действии пирогенного эффекта. Ранее подобный длительный эффект был установлен авторами для ферментативной активности постпирогенных почв (Полторацкая и др., 2019).

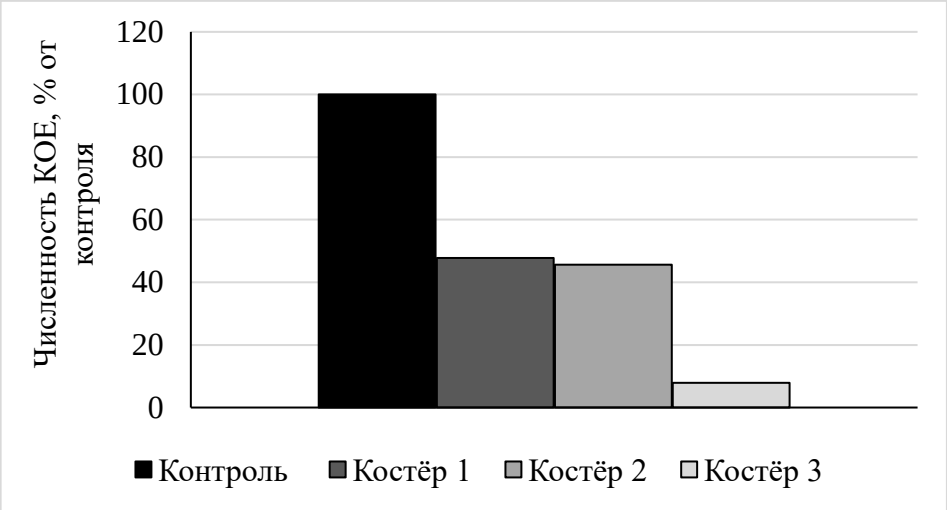


Рисунок. Изменение численности микромицетов в зависимости от количества энергии, поступающей в результате горения костров: Костёр 1 - 10×10^6 Дж, Костёр 2 - 93×10^6 Дж, Костёр 3 - 279×10^6 Дж.

Исследование выполнено при государственной поддержке ведущей научной школы РФ (НШ-449.2022.5) и гранта Министерства науки и высшего образования РФ на создание Лаборатории молодых ученых (№ ЛабНОЦ-21-01АБ).

Список литературы

1. Вилкова В.В., Казеев К.Ш., Шхапацев А.К., Нижельский М.С., Колесников С.И. Влияние пирогенного воздействия на биологическую активность чернозема обыкновенного в модельных экспериментах [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №5. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/5/st_520.pdf.
2. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. 356 с.
3. Константинов А. В., Морковина В. В. Лесные пожары как наиболее значимая угроза экономической безопасности лесного сектора // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. - Воронеж: ВГЛТУ, 2016. - Т. 4. - № 2 (22). - С. 319-325.
4. Нижельский М.С., Казеев К.Ш., Шхапацев А.К., Колесников С.И. Использование активности ферментов для диагностики последствий фумигации дымом почв [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №4. –Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/4/st_426.pdf.
5. Полторацкая Т. А., Приходько В. Д., Казеев К. Ш. Ферментативная активность постпирогенных песчаных почв Усть-Донецкого лесничества //Наука XXI века: вызовы и перспективы. – 2019. – С. 255-257.
6. Тарасов П.А., Михно А.С., Сизина А.Ф. Оценка пирогенного влияния на почвы ленточных боров Алтая //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2011. – №. 1.
7. Якимова А.С., Полторацкая Т.А., Черникова М.П., Казеев К.Ш. Влияние пожара на экологические свойства почв заповедника «Утриш» / Актуальные проблемы экологии и природопользования. Ростов-наДону: Изд-во Южного федерального университета, 2016. С. 228-233.

8. DeBano, L.F., 2000. The role of fire and soil heating on water repellency in wildland environments: a review // J. Hydrol. 231, 195–206.
9. Grasso G.H., Ripabelli G., Sammareo M.L. Effect of heating on the microbial population of grassland soil // The International Journal of Windland Fire. – 1996. – V.6 (2). – P. 67–70.
10. Hernandez T., Garcia C., Reinhardt I. Short-term effect of wildfire on the chemical, biochemical and microbiological properties of Mediterranean pine forest soils // Biology of Fertility of Soils. – 1997. – № 25. – P. 109– 116.
11. Pietikainen J., Fritze H. Microbial biomass and activity in the humus layer following burning: short-term effects of two different fires // Can. J. Forest Research. – 1993. – V.23. – P. 1275–1285.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ВАРЬИРОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АГРОЛАНДШАФТЕ

Рагимова К.О.
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, Россия
Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletovs, Vladimir, Russia
e-mail: pifo@mail.ru

Аннотация. В предлагаемой статье представлены результаты исследования пространственного варьирования тяжелых металлов в зависимости от положения земельного участка в структуре почвенного покрова агроландашфта. В результате исследования установлены тенденция изменения концентрации основных значимых тяжелых металлов в зависимости от положения и местоположению по земельному участку. Усыновленная дифференциация тяжелых металлов также подтверждается расчетом коэффициентом биологического поглощения растениями, произрастающими на исследуемом участке.

Abstract. The proposed article presents the results of a study of the spatial variation of heavy metals depending on the position of the land plot in the structure of the soil cover of the agrolandscape. As a result of the study, a trend was established for changing the concentration of the main significant heavy metals, depending on the position and location on the land plot. Adopted differentiation of heavy metals is also confirmed by the calculation of the coefficient of biological absorption by plants growing in the study area.

Одной из самой актуальной проблемой современного мира является изучение антропогенных воздействий на природные объекты (Экологическое..,2013). К таким воздействиям можно отнести - загрязнение почв тяжелыми металлами (ТМ). Такое воздействие имеет очень негативные стороны. Одна из них, проникая в почву, затем из почвы в растение по пищевым цепям, а уже оттуда напрямую в организм человека или животного (Вальков, 2004). Как известно, когда содержание тяжелых металлов превышает допустимую концентрацию, возникает отрицательное воздействие на человека и его здоровья. Так же помимо прямых последствий, например, в виде интоксикации организма человека, могут возникнуть и косвенные - тяжелые металлы, а именно ионы, могут засорять каналы внутренних органов человека (печени и почек), чем снижают их нормальное функционирование. (Герасимова, 2003)

В последствии этого в организме со временем накапливаются токсины и шлаки, что приводит к общему состоянию здоровья (Добровольский, 1990). Поэтому увеличивается

рост заболеваемости, продолжительности жизни, так же влияет на количество и качество урожая животноводческой и сельскохозяйственной продукции (Звягинцев, 1987).

Вторая проблема, если в почве накапливается большое количество тяжелых металлов, эти металлы могут изменить свойства. Изменяются в начале почвенные свойства, снижается численность почвенных микроорганизмов и т.д. (Звягинцев, 1987). Так же сильное загрязнение способно изменить гумусное состояние, реакцию среды, структуру. Результатом является частичная или полная утрата плодородия почвы, то есть почвы становится непригодной для человека. А так, как почва является невосполнимым природным ресурсом, то человек, прежде всего, должен бережно относится к ней (Рагимов, 2015).

Почва выполняется ряд определённых функций, как глобальные, обеспечивающие стабильность биогеоценозов, так и биосферы в целом, так и биоцентрические функции (Добровольский, 2000). И, следовательно, возможность существованием жизни на Земле (Добровольский, 2012). Почвы, которые утратили свою дееспособность, являясь опасным природным объектом, так как они перестали выполнять функции защиты и увеличивать процент деградации земной поверхности и даже изменениям климатических условия в мире, ухудшают социальные условия жизни людей (Карпачевский, 1997). Так же опасны, могут быть, загрязнённые почвы, процесс заболачивания, упадок плодородия земли (Рагимов, 2016; Комарова, 2012).

Загрязнение почв свинцом в зоне сельскохозяйственных угодий сравнительно невелико. Соединения свинца попадают в почву вместе с минеральными удобрениями, чаще всего с фосфорными. Также, поступление свинца происходит от источников загрязнения тяжелыми металлами - заводов и фабрик. Помимо этого, не исключено локальное загрязнение участка предметами, в составе своем имеющими свинец (Шеуджен, 2006).

На исследуемом почвенном участке прослеживается четкая дифференциация содержания свинца в почве. У вершины склона северной экспозиции содержание колеблется в пределах 5,4-5,6 мг/кг, на южной экспозиции - 4,5 мг/кг, местами доходя до 4,9 мг/кг. На середине склона содержание свинца в северной части участка не превышает 5,86 мг/кг и 5 мг/кг на юге. У самого низа склона содержание свинца достигает 6,15 мг/кг на северной экспозиции и 5,3 мг/кг на южной экспозиции. Это объясняется тем, что под действием водного стока часть свинца смывается вниз по склону.

Основное количество меди сосредоточено в верхних почвенных горизонтах. Данный микроэлемент содержится в минеральных соединениях, также часть меди содержится в органическом веществе. При недостатке меди наблюдается нарушение в развитии корней системы растений, что приводит к замедленному развитию и росту сельскохозяйственных культур. Повышенное содержание меди можно урегулировать путем внесения известковых удобрений. В результате проведенного исследования установлена заметна четкая дифференциация содержания меди. В верхних точках склона северной экспозиции содержание микроэлемента колеблется в интервале от 2,8 мг/кг до 3,1 мг/кг, на южной экспозиции - от 2,4 мг/кг до 2,6 мг/кг. Ближе к середине содержание меди повышается до 3,35 мг/кг на севере и до 2,8 мг/кг на юге. Максимальное содержание меди заметно у самой низины: 3,7 мг/кг на севере и 3,2 мг/кг на юге склона. Это объясняется тем, что водный сток, двигаясь с вершины склона, вымывает медь из почвы, концентрируя ее у подножья склона.

Основная концентрация цинковых соединений наблюдается в верхних горизонтах почвы. В почвенной толще цинк представлен в виде сульфидов. Содержание цинка в главной степени определяется его наличием в почвообразующей породе. Прослеживается четкая дифференциация содержания цинка на северной экспозиции. На вершине склона

содержание его начинается от 13 мг/кг и доходит до 13,6 мг/кг. В ту очередь, как на юге склона содержание цинка в верхних точках участка не превышает 11 мг/кг. Ближе к середине склонового участка количество цинка доходит до 14,4 мг/кг на севере и до 12 мг/кг на юге. В нижней части склона северной экспозиции содержание цинка повышается до 15,2 мг/кг и 13,1 мг/кг на южной экспозиции исследуемой местности. Различия в концентрациях цинка в верхних и нижних частях склона объясняются тем, что некоторая часть этого элемента под действием воды смывается вниз по склону.

Избыточное содержание тяжелых металлов оказывает угнетающее действие как на почву в целом, так и на произрастающую на ней растительность. Для почв сельскохозяйственного назначения помимо основных источников загрязнения присуще поступление тяжелых металлов вместе с вносимыми удобрениями (органическими и минеральными), пестицидами и при известковании кислых почв. Тяжелые металлы, попадающие на поверхность почвы способны закрепляться в верхних гумусовых горизонтах, либо мигрировать вниз по профилю. На их миграцию оказывают влияние геохимические барьеры, которые способны полностью блокировать поступление металлов в нижние горизонты почв, либо в ограниченных количествах пропускать их.

Исходя из данных, полученных путем проведения исследований, можно сделать вывод, что на северной экспозиции склона содержание тяжелых металлов значительно меньше, чем на южной. Например, среднее значение содержания свинца на севере 0,27 мг/кг, а на юге склона 0,38 мг/кг; меди - 1,258 мг/кг на севере и 1,44 мг/кг на юге; цинка - 5,78 мг/кг на севере и 6,9 мг/кг на юге. Также, содержание элементов меняется в большую сторону от вершины к низине.

Коэффициент биологического поглощения на южной стороне склона также значительно превосходит таковой на северной стороне склона. КБП многолетних трав для свинца в среднем составляет 0,49 на северной экспозиции и 0,76 на южной. Для меди среднее значение КБП составляет 0,37 на севере склона и 0,52 на юге. Среднее значение КБП для цинка 0,41 на северном склоне и 0,56 на южном склоне исследуемого участка. КБП в зависимости от положения на склоне менялся как в большую сторону, так и в меньшую.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод о том, что в исследуемой почве заметна тесная связь свинцовых соединений и органического вещества. Коэффициент детерминации в данном случае равен 0,8644 на северном склоне и 0,7083 на южном склоне. Это говорит о том, что при повышении содержания гумусового вещества повышается содержание свинца в почвенной толще. Следовательно, на исследуемом участке местности содержание меди напрямую зависит от содержания органического вещества в почве. Коэффициент детерминации в данном случае равен 0,8304 на севере склона и 0,7078 на юге склона. При большем содержании гумуса в почвенном профиле, будет повышаться и содержание тяжелого металла, в данном случае меди. Исходя из получившихся результатов, наблюдается проявление прямой зависимости цинка от органического вещества, находящегося в почве. Коэффициент детерминации в данном случае равен 0,8452 на северной экспозиции склона и 0,7916 на южной экспозиции склона. Проще говоря, что при повышении гумуса в почве, повысится и содержание цинка.

Содержание тяжелых металлов (Pb, Cu, Zn) в многолетних травах изменяется с положением и экспозицией рельефа. Наиболее высокое содержание тяжелых металлов приходится на участки с южной экспозицией рельефа, тогда как на северной содержание значительно ниже. КБП также выше на участках с южной экспозицией рельефа. Миграционные потоки тяжелых металлов (Pb, Cu, Zn) на склоновых элементах земельного участка дерново-подзолистой суглинистой почвы увеличиваются с ростом содержания органического вещества.

Список литературы

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Экология почв: Учебное пособие для студентов вузов. Часть 3. Загрязнение почв. Ростов-на-Дону: УПЛ РГУ, 2004. 54 с.
2. Герасимова, М. И. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация: учеб. пособие / М. И. Герасимова, М. Н. Строганова, Н. В. Можарова, Т. В. Прокофьева. – Смоленск: Ойкумена, 2003. – 268 с.
3. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв //Учебник / 2-е изд., уточн. и доп. — М.: Издательство МГУ, 2012. — 412 с.
4. Добровольский, Г. В. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: Функционально-экологический подход. – М.: Наука; МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. – 185 с.
5. Добровольский, Г. В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Г. В. Добровольский, Е. Д. Никитин. – М.: Наука, 1990. – 270 с.
6. Звягинцев, Д. Г. Почва и микроорганизмы / Д. Г. Звягинцев. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 256 с
7. Карпачевский, Л. О. Динамика свойств почвы / Л. О. Карпачевский. – М.: Геос, 1997. – 170 с.
8. Комарова Н.А., Рагимов А.О. Экспозиция рельефа, как фактор распределения элементов питания по земельному участку на примере дерново - подзолистой супесчаной почвы // Отраслевые аспекты технических наук. 2012. № 4 (16). С. 35-36.
9. Рагимов А.О., Мазиров М.А., Савоськина О.А., Зинченко С.И. Климатический фактор в формировании продукционного процесса // Системы интенсификации земледелия как основа инновационной модернизации аграрного производства. Суздаль, 2016. С. 403-408.
10. Рагимов А.О., Шентерова Е.М., Рыжов И.К., Прохоров Д.С. Основной элементый состав плодородия почвы // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы. xi Международная научно-практическая конференция: сборник статей. 2015. С. 126-128.
11. Шеуджен А.Х. Куркаев В.Т., Котляров Н.С. Агрохимия: Учебное пособие / Под ред. А.Х. Шеуджена. 2-е изд., перераб. и доп. – Майкоп: Изд-во «Афиша», 2006. – 1075 с.
12. Экологическое почвоведение: учебное пособие / И. Н. Волкова; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2013. – 112 с

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНОСТИ ИНВЕРТАЗЫ И ДЕГИДРОГЕНАЗ ПОСЛЕ РЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

Ревина С.Ю., Минникова Т.В.
Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, г. Ростов-на-Дону, Россия
E–mail: soffy.soff@mail.ru

ASSESSMENT OF CHANGES IN THE ACTIVITY OF INVERTASE AND DEHYDROGENASES AFTER REMEDIATION ORDINARY CHERNOZEM CONTAMINATED BY OIL

Revina S.Yu., Minnikova T.V.
Southern Federal University, Academy of Biology and Biotechnology by D.I. Ivanovsky, Rostov-on-Don, Russia
E–mail: soffy.soff@mail.ru

Аннотация. Цель. Оценить изменение активности инвертазы и дегидрогеназ после ремедиации чернозема обыкновенного ремедиантами различной природы при загрязнении нефтью. Методы. Образцы почв загрязняли нефтью концентрации 5% от массы почвы. Срок экспозиции составил 30 суток. Для ремедиации нефтезагрязненного чернозема исследовали гумат натрия и «Байкал ЭМ-1». Ферментативную активность почвы оценивали по активности инвертазы и дегидрогеназ. Результаты. Была проведена оценка изменения активности инвертазы и дегидрогеназ после ремедиации чернозема обыкновенного ремедиантами различной природы при загрязнении нефтью. Активность дегидрогеназ была ингибирована относительно контроля при внесении в почву «Байкал ЭМ-1» на 14% и простимулирована при внесении гумата натрия на 7%. Активность инвертазы ингибировалась при внесении в почву «Байкал ЭМ-1» и была простимулирована при внесении гумата натрия. Заключение. При оценке изменения активности инвертазы и дегидрогеназ наибольшую эффективность показал гумат натрия (как источник гуминовых кислот), простимулировав активность как инвертазы, так и дегидрогеназ. «Байкал ЭМ-1» показал наименьшую эффективность при оценке активности инвертазы и дегидрогеназ, ингибировав ферментативную активность в обоих случаях.

Ключевые слова: нефть, ремедиация, ферментативная активность, почва.

Abstract. Aim. To evaluate the change in the activity of invertase and dehydrogenases after the remediation of ordinary chernozem by remediants of various nature in case of oil pollution. Methods. Soil samples were contaminated with oil at a concentration of 5% by weight of the soil. The exposure period was 30 days. For the remediation of oil-contaminated chernozem, sodium humate and «Baikal EM-1» were studied. The enzymatic activity of the soil was assessed by the activity of invertase and dehydrogenases. Results. An assessment was made of changes in the activity of invertase and dehydrogenases after the remediation of ordinary chernozem by remediants of various nature during oil pollution. The activity of dehydrogenases was inhibited relative to the control when «Baikal EM-1» was added to the soil by 14% and stimulated when sodium humate was added by 7%. Invertase activity was inhibited when Baikal EM-1 was introduced into the soil and was stimulated when sodium humate was introduced. Conclusion. When assessing changes in the activity of invertase and dehydrogenases, sodium humate (as a source of humic acids) showed the greatest efficiency, stimulating the activity of both invertase and dehydrogenases. "Baikal EM-1" showed the least efficiency in assessing the activity of invertase and dehydrogenases, inhibiting enzymatic activity in both cases.

Keywords: oil, remediation, enzyme activity, pollution, soil.

Нефть стала источником жизненной силы национальной экономики и непосредственно определяет экономическое здоровье, политическую стабильность и национальную безопасность страны (Hamilton et al., 2014). По данным «Statistical Review of World Energy, 2021», добыча нефти в мире составила 4165,1 млн тонн, из которых 524,4 млн тонны пришлись на добычу в России. При этом нередки случаи разливов нефти и нефтепродуктов в результате аварий при добыче и транспортировке нефти, изношенности трубопроводных систем, столкновении танкеров, их посадке на мель. В результате безопасность нефтяных танкеров также приобретает все большее значение (Yao et al., 2011).

Разлив нефти, как только он попадает в море, распространяется и дрейфует с ветровыми и океанскими течениями, загрязняя пляжи и нанося ущерб окружающей среде приморских туристических районов, что приводит к широкомасштабному океаническому загрязнению и даже фатальному воздействию на морскую экологическую среду и морскую жизнь (Simecek-Beatty and Lehr, 2017).

На деградацию нефти в почвах влияет ряд физических, химических и экологических факторов, включая структуру пор почвы, аэрацию, токсичные компоненты масла и доступность питательных веществ (Christofi *et al*., 1998). Ртуть является одним из многих элементов, которые естественным образом встречаются в почве и горных породах и высвобождаются в больших количествах при добыче нефти и газа (Saleh *et al*., 2020).

В последнее время все больший интерес вызывают гуминовые вещества. Гумусовые вещества в изобилии присутствуют в почвах, отложениях и водах. Они представляют собой высокополидисперсные смеси природных полиэлектролитов, образующихся в результате разложения органического вещества (Cheshire *et al*., 2002). Гуминовые материалы содержат ряд функциональных групп, таких как карбоксильные, карбонильные, фенольные и метоксигруппы, которые могут захватывать ионы Hg(II) путем ионного обмена (Martyniuk, Wieckowska, 2003; Golonka et al., 2005).

Известно также, что среди гуминовых веществ гумат натрия обладает хорошей растворимостью, поэтому обладает более высокой дисперсионной способностью что увеличивает вероятность контакта с ионами Hg(II) (Wang *et al*., 2016). То есть гумат натрия может образовывать гидрогель при смешивании с двухвалентным ионы металлов в растворах (Shin et al., 2004).

Биологические параметры почвы являются чувствительными индикаторами деградации и загрязнения почвы. Среди них особое внимание уделяется активности ферментов (Kolesnikov et al., 2010; Minnikova et al., 2021). Выяснено, что дегидрогеназы и инвертаза являются лучшими индикаторами для оценки влияния сельскохозяйственного использования на биологическую активность почвы (Даденко и др., 2013).

Целью работы было - оценить изменение активности инвертазы и дегидрогеназ после ремедиации нефтезагрязненного чернозема обыкновенного.

Материал и методы исследования. Объектом исследования выбран чернозем обыкновенный (Ботанический сад, Ростов-на-Дону, пашня). Для моделирования загрязнения чернозема обыкновенного использовали нефть Новошахтинского нефтеперерабатывающего завода. Нефть вносили во влажную почву в количестве 5% от массы почвы и перемешивали. Срок экспозиции составил 30 суток. Контролем служила чистая почва без нефти. Для моделирования ремедиации загрязненной нефтью почвы гумат натрия вносили для стимуляции аборигенной микробиоты, разрушающей нефть. «Байкал ЭМ-1» вносили как дополнительный источник микроорганизмов.

Активность инвертазы (β-фруктофуранозидаза, сахараза, КФ 3.2.1.26) определяли колориметрически, основываясь на учете восстанавливающих сахаров, образующихся при расщеплении сахарозы по Ф.Х. Хазиеву, мг глюкозы/10г/24 часа. Активность дегидрогеназ (субстрат: НАД (Ф) – оксидоредуктазы, КФ 1.1.1) определяли по А.Ш. Галстяну (1978) по восстановлению солей тетразолия хлористого (ТТХ) в трифенилформазаны (ТФФ). Активность фермента выражали в мг ТФФ в 10 граммах почвы за 24 часа.

Результаты и обсуждение. При оценке активности инвертазы в черноземе обыкновенном (Чоб), загрязненном нефтью было установлено, что внесение гумата натрия стимулировало активность фермента на 40% относительно контроля (рис. 1). Внесение «Байкал ЭМ-1» ингибировало активность инвертазы на 15% по сравнению с контролем.

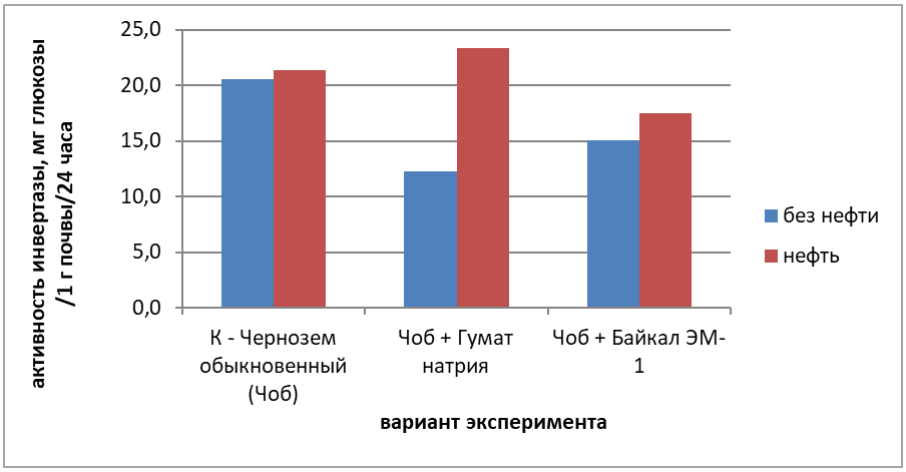


Рисунок 1. Изменение активности инвертазы чернозема обыкновенного после внесения гумата натрия и «Байкал ЭМ-1»

Внесение гумата натрия простимулировало активность дегидрогеназ на 7% относительно контроля (рис. 2). «Байкал ЭМ-1» при внесении в нефтезагрязненную почву подавлял активность дегидрогеназ на 14% относительно контроля.

Гумат натрия стимулировал активность инвертазы и дегидрогеназ на 7–40%. «Байкал ЭМ-1», напротив, ингибировал активность инвертазы и дегидрогеназ в нефтезагрязенном черноземе на 14–15%.

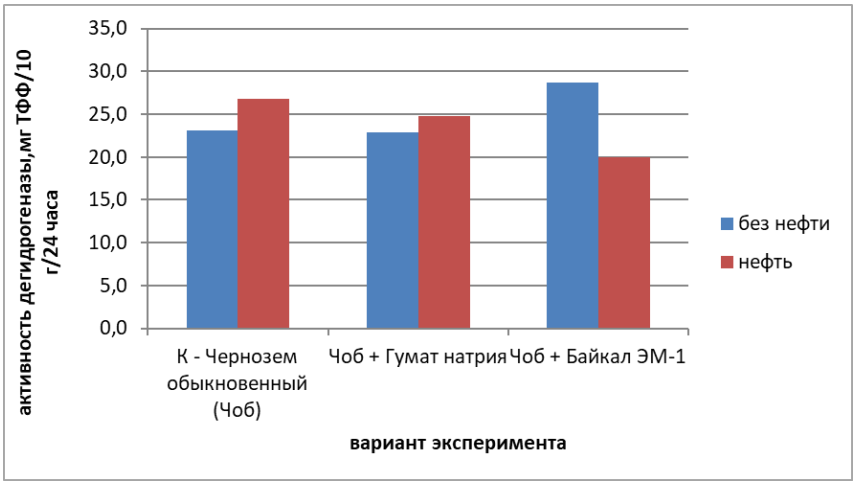


Рисунок 2. Изменение активности дегидрогеназ чернозема обыкновенного после внесения гумата натрия и «Байкал ЭМ-1»

Заключение. При оценке изменения активности инвертазы и дегидрогеназ наибольшую эффективность проявил гумат натрия (как источник гуминовых кислот), простимулировав активность как инвертазы, так и дегидрогеназ. «Байкал ЭМ-1» показал наименьшую эффективность при оценке активности инвертазы и дегидрогеназ, ингибировав ферментативную активность в обоих случаях.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента МК-175.2022.5 и проекта Министерства науки и высшего образования РФ по поддержке молодежной лаборатории «Агробиотехнологии для повышения плодородия почв и качества сельскохозяйственной продукции» в рамках программы развития межрегионального научно-образовательного центра Юга России (ЛабНОЦ-21-01АБ).

Список литературы

1. Даденко Е. В., Денисова Т. В., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Оценка применимости показателей ферментативной активности в биодиагностике и мониторинге почв // Поволжский экологический журнал. 2013. No 4. С. 385 – 393.
2. Cheshire, M. V., Cranwell, P. A., Falshaw, C. P., Floyd, A. J. & Haworth, R. D. Humic acid-II: structure of humic acids // Tetrahedron 2002. 36 (6), P. 1609–1619.
3. Christofi, N., Ivshina, I. B., Kuyukina, M. S., Philp, J. C. Biological treatment of crude oil contaminated soil in Russia. Geological Society, London //Engineering Geology Special Publications, 1998. 14(1), P. 45–51.
4. Golonka, I., Czechowski, F., Jezierski, A. EPR characteristics of heat treated complexes of metals with demineralised humic brown coal in air and ammonia atmospheres // Geoderma 2005. 127 (3–4), P. 237–252.
5. Hamilton, J. D., & Wu, J. C. (2014). Risk premia in crude oil futures prices. Journal of International Money and Finance, 42, 9–37.
6. Kolesnikov S.I., Gaivoronskii V.G., Rotina E.N., Kazeev K.S., Val'kov V.F. Assessment of soil tolerance toward contamination with black oil in the south of Russia on the basis of soil biological indices: A model experiment // Eurasian Soil Science, 2010, 43(8), P. 929–934.
7. Martyniuk H., Wieckowska J. Adsorption of metal ions on humic acids extracted from brown coals // Fuel Processing Technology 2003. 84 (1–3), P. 23–26.
8. Minnikova T., Kolesnikov S., Minkina T., Mandzhieva S. Assessment of Ecological Condition of Haplic Chernozem Calcic Contaminated with Petroleum Hydrocarbons during Application of Bioremediation Agents of Various Natures // Land 2021, 10, 169. https://doi.org/10.3390/ land10020169
9. Saleh T.A., Fadillah G., Ciptawati E., Khaled M. Analytical methods for mercury speciation, detection, and measurement in water, oil, and gas // TrAC Trends in Analytical Chemistry, 2020. 116016.
10. Shin H.J., Lee S.O., Kim S.J., Tran T., Kim M.J. Study on the effect of humate and its removal on the precipitation of aluminium trihydroxide from the Bayer process // Minerals Engineering, 2004. 17, P. 387–391.
11. Simecek-Beatty D., Lehr W.J. Extended oil spill spreading with Langmuir circulation. Marine Pollution Bulletin, 2017. 122(1-2), P. 226–235.
12. Wang S., Liu Y., Fan Q., Zhou A., Fan L., Mu Y. Removal of Hg(II) from aqueous solution using sodium humate as heavy metal capturing agent // Water Science and Technology, 2016. 74(12), P. 2946–2957.
13. Yao X., Gao J., Song Y., Jiang L. Superoleophobic Surfaces with Controllable Oil Adhesion and Their Application in Oil Transportation // Advanced Functional Materials, 2011. 21(22), P. 4270–4276.

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ ЧЕРНОЗЕМА, ЗАГРЯЗНЕННОГО НЕФТЬЮ ПОСЛЕ РЕМЕДИАЦИИ

Русева А.С., Минникова Т.В., Колесников С.И.
Академия биологии и биотехнологии ЮФУ, г. Ростов-на-Дону, Россия
ruseva.ann@yandex.ru

CHANGES IN THE TOTAL BACTERIA NUMBER OF BLACK SOIL CONTAMINATED BY OIL AFTER REMEDIATION

Ruseva A.S., Minnikova T.V., Kolesnikov S.I.
Academy of Biology and Biotechnology of SFU, Rostov-on-Don, Russia
ruseva.ann@yandex.ru

Аннотация. Загрязнение почв нефтью в современном мире приобретает с каждым днем все большие масштабы. Нефтезагрязнение нарушает основные функции черноземов, что приводит к утрате ими плодородия и невозможности использовать в сельскохозяйственном обороте. Именно поэтому первоочередной задачей является ремедиация таких почв. Целью исследования была оценка изменения общей численности бактерий при ремедиации загрязненного нефтью чернозема Юга России. В качестве ремедиантов выступали вещества различной природы: гумат натрия, нитроаммофоска, биочар и «Байкал ЭМ-1». Было установлено, что загрязнение нефтью приводит к снижению общего числа бактерий на 63% по сравнению с контролем. Наиболее значительному повышению общей численности бактерий в загрязненных нефтью почвах способствуют все дозы биочара и нитроаммофоска в дозе 2 РД.

Ключевые слова: нефтезагрязнение, чернозем обыкновенный, ремедиация, биочар, гумат натрия, нитроаммофоска, «Байкал ЭМ-1».

Abstract. Oil pollution of soils in the modern world is becoming more and more widespread every day. Oil pollution disrupts the main functions of black soils, which leads to the fertility loss and inability to be used in agricultural turnover. That is why the remediation of such soils is a priority. The aim of the research was to assess the change in the total number of bacteria during oil-contaminated black soils remediation in the South of Russia. Substances of various natures were used as remediants: sodium humate, nitroammophoska, biochar and «Baikal EM-1». It was found that oil pollution leads to a decrease in the total number of bacteria by 63% compared to the control. All doses of biochar and nitroammophoska at a dose of 2 RD contribute to an increase in the total number of bacteria in oil-contaminated soils.

Keywords: oil pollution, ordinary black soil, remediation, biochar, sodium humate, nitroammophoska, «Baikal EM-1».

Масштабы загрязнения почв нефтью постоянно растут с увеличением ее потребления. Каждый год в мире в окружающую среду попадает порядка 45–50 млн тонн нефти и нефтепродуктов, при этом в России – 3 млн тонн (Руденко, 2015). Нефтепродукты наносят колоссальный ущерб почвенным и водным экосистемам, что объясняется их химической и физической природой. Углеводороды представляют собой смеси органических соединений с низкой биодоступностью, обладающие потенциальной канцерогенностью и мутагенностью (Kaczyńska et all, 2015). Кроме того, нарушаются основные экологические функции загрязненных почв, что в дальнейшем приводит к выведению больших участков плодородных земель из сельскохозяйственного оборота.

Цель работы – оценка изменения общей численности бактерий чернозема, загрязненного нефтью после ремедиации.

Объектом исследования выступал чернозем обыкновенный карбонатный, который отбирали на пашне Ботанического сада Южного федерального университета из верхнего почвенного горизонта (Апах 0–10). Отобранные образцы почвы просушивали, перебирали от корней растений и просеивали через сито с диаметром ячеек 3,2 мм. Затем высушенный чернозем в количестве 200 г помещали в вегетационные сосуды, увлажняли и загрязняли. В качестве загрязнителя была использована нефть Новошахтинского НПЗ. Так как ПДК нефти для почв не разработаны, применялось ее процентное содержание в почвах с целью выражения концентрации (5% от массы почвы). Кроме того в почву вносили ремедианты биочар, нитроаммофоску, гумат натрия и «Байкал ЭМ-1» в трех дозах: в дозе, рекомендуемой производителем (1 РД) и пропорционально в 2 раза меньшей (0,5 РД) и 2 раза большей рекомендуемой (2 РД). В нефтезагрязненных почвах нитроаммофоску применяли с целью восполнения равновесия между углеродом и азотом, гумат натрия с целью активации аборигенных почвенных микроорганизмов-деструкторов нефти, биочар для стимуляции микроорганизмов и удаления нефтяных углеводородов, «Байкал ЭМ-1» в качестве дополнительного источника бактерий. После добавления загрязнителей и ремедиантов почву инкубировали в лабораторных сосудах при оптимальной температуре и увлажнении (60% от полевой влагоемкости) 30 суток с момента внесения вышеуказанных веществ. Учет общей численности микроорганизмов проводился с применением метода люминесцентной микроскопии в падающем свете по Д.Г. Звягинцеву и П.А. Кожевину (Казеев и др., 2016).

Изучение воздействия ремедиантов в чистой почве без нефти позволило установить, что биочар и нитроаммофоска способствуют снижению общей численности бактерий, а гумат натрия и «Байкал ЭМ-1» стимулируют численность микроорганизмов при всех дозах относительно контроля (рис. 1).

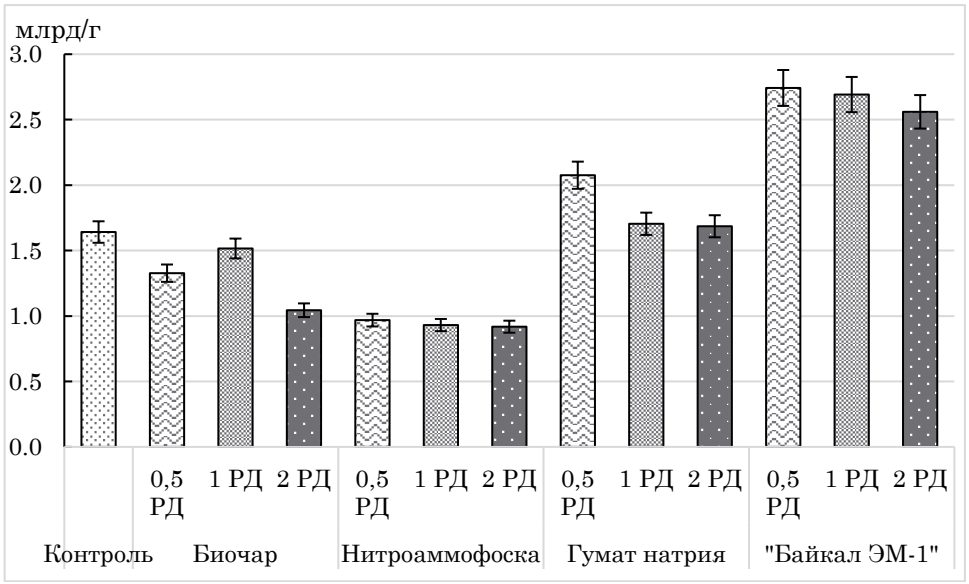


Рисунок 1. Изменение общей численности микроорганизмов при внесении разных доз ремедиантов в чернозем

Повышение значение показателя для гумата натрия происходит на 13 %, а для «Байкал ЭМ-1» на 69%. Как для первого, так и для второго ремедианта самой эффективной оказалась доза 0,5 (рис.1). Увеличение численности микроорганизмов в случае гумата натрия можно объяснить тем, что данное соединение является стимулятором аборигенной почвенной биоты. В свою очередь «Байкал ЭМ-1» представляет собой

микробиологическое удобрение, содержащее в своем составе, молочнокислые, азотфиксирующие, фотосинтезирующие бактерии, актиномицеты и сахаромицеты, что как раз и способствовало повышению численности микроорганизмов в черноземе.

Исследование воздействия ремедиантов в нефтезагрязненных почвах показало, что в них происходит ингибирование численности бактерий на 63% по сравнению с почвой без нефти (рис. 1, 2). К увеличению количества бактерий при загрязнении нефтью приводят все дозы биочара, 2 РД нитроаммофоски и 1 РД гумата натрия (рис.2).

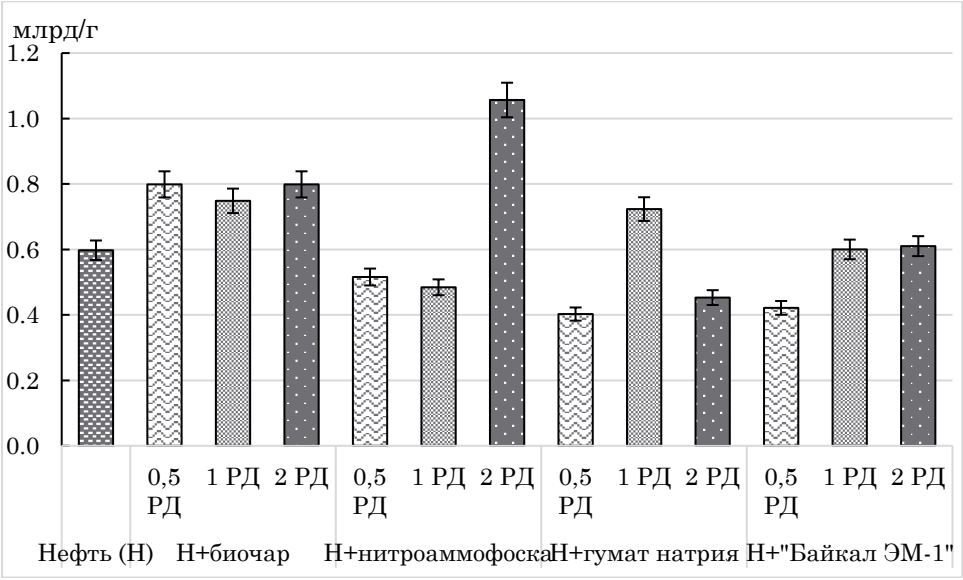


Рисунок 2. Изменение общей численности микроорганизмов при внесении разных доз ремедиантов в загрязненный нефтью чернозем

Биочар стимулирует численность бактерий в нефтезагрязненных почвах в 1,3 раза по сравнению с почвами только с загрязнителем. Положительное влияние в данном случае можно объяснить тем, что биочар способствует удалению нефтяных углеводородов, воздействуя на количество микроорганизмов в почве (Meynet et al., 2014). Кроме того, в силу своей пористой структуры ремедиант создает дополнительное пространство для размножения бактерий. Самой эффективной в случае загрязнения чернозема оказалась доза 2 нитроаммофоски, которая способствовала увеличению показателя по сравнению с загрязненной почвой на 83,3%, однако дозы ремедианта 1 и 0,5 РД способствовали ингибированию численности бактерий (рис.2).

Таким образом, повышение общей численности бактерий в почвах без загрязнителя в большей степени происходит при внесении бактерий в составе бактериологического препарата «Байкал ЭМ-1». При загрязнении нефтью на передний план выходят вещества, являющиеся стимуляторами аборигенных почвенных микроорганизмов, прежде всего биочара (0.5, 1 и 2 РД) и нитроаммофоски (2 РД).

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента МК-175.2022.5 и проекта Министерства науки и высшего образования РФ по поддержке молодежной лаборатории «Агробиотехнологии для повышения плодородия почв и качества сельскохозяйственной продукции» в рамках программы развития межрегионального научно-образовательного центра Юга России (ЛабНОЦ-21-01АБ).

Список литературы

1. Руденко Е. Ю. Биоремедиация нефтезагрязненных почв органическими компонентами отходов пищевой (пивоваренной) промышленности: дис. ... д-ра биол. наук. – Самара, 2015. – 352 с.
2. Казеев К.Ш., Колесников С. И., Акименко Ю. В., Даденко Е. В. Методы биодиагностики наземных экосистем. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2016. – 356 с.
3. Kaczyńska G., Borowik A., Wyszkowska J. Soil dehydrogenases as an indicator of contamination of the environment with petroleum products //Water, Air, & Soil Pollution. – 2015. – V. 226. – №. 11. – pp. 1–11.
4. Meynet P., Moliterni E., Davenport R.J., Sloan W.T., Camacho J.V., Werner D. (2014) Predicting the effects of biochar on volatile petroleum hydrocarbon biodegradation and emanation from soil: a bacterial community finger-print analysis inferred modelling approach. Soil Biol Biochem 68:20–30. https://doi:10.1016/j.soilbio.2013.09.015

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ БИОПРЕПАРАТОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ

Рыбалкина Е.И.
Магистрант ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет».
г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация
e-ra7@mail.ru

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF MODERN BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE ECOLOGICAL STATE OF SOILS

Rybalkina E.I.
Master's student of the Southern Federal University,
Rostov-on-Don, Russian Federation
e-ra7@mail.ru

Аннотация. Проведён анализ современных биопрепаратов на фитотоксичность по отношению к редису, а также на ферментативную активность почв. Выявлены наиболее эффективные препараты, стимулирующие рост растений, а также повышающие биологическую активность почвы.

Ключевые слова:(биотестирование, ферментативная активность, биоудобрения, экологическая безопасность).

Abstract. The analysis of modern biological preparations for phytotoxicity in relation to radish, as well as for catalase and invertase enzymatic activity was carried out. The most effective preparations stimulating the growth of green mass, as well as improving the quality of decomposition of organic substances, have been identified.

Keywords:(biotesting, enzymatic activity, biofertilizers, environmental safety).

Одним из ключевых элементов всех наземных биомов, является почвенный покров. Это важнейший природный ресурс, который обеспечивает среду обитания для множества организмов. Устойчивость почвенного микроклимата обеспечивают множество микроорганизмов, которые действуя в симбиозе, создают оптимальный круговорот питательных веществ, а также разлагают растительные остатки, преобразуя их в легкоусвояемые для флоры элементы.

Несмотря на достаточно высокую резистентность и способность к самовосстановлению, экологическое состояние почв в настоящее время становится все более неудовлетворительным.

Антропогенное воздействие на природную среду в процессе земледелия и животноводства приводит к неблагоприятным последствиям для почвы. В первую очередь это проявляется в снижении почвенного плодородия. Для восстановления недостающих микроэлементов аграрии активно используют минеральные удобрения, которые помимо полезного действия также имеют ряд отрицательных моментов. Химические вещества плохо усваиваются растениями в период вегетации, в связи с чем пользователям приходится повышать дозировку, увеличивая таким образом почвенную кислотность и разрушая почвенную структуру. Помимо этого создание минерального азота и фосфора является достаточно энергоемким производством.

Сложившаяся ситуация стала стимулом для развития сферы почвенных биопрепаратов. Бактериальные удобрения могут иметь разнообразный состав, включающий в себя множество микроорганизмов, которые действуют в консорциуме и способствуют созданию особого микробиоценоза в ризосфере растений. Биопрепараты повышают качество и количество полезных веществ поступающих в почву, а также могут создавать защитную плёнку на поверхности растения, улучшая устойчивость оных к неблагоприятным условиям внешней среды. Более того азот, который поступает с помощью биопрепаратов, полностью усваивается растениями, тогда как минеральный азот только частично.

Для оценки и сравнительной характеристики влияния биопрепаратов на экологическое состояние почв, выбраны следующие методики: определение активности каталазы, инвертазы, сравнительный анализ фитотоксичности.

Ферменты показывают скорость реакции разложение органического вещества с последующим высвобождением полезных элементов в почву. Каталаза относится оксиредуктазам, в результате действия которых перекись водорода разрушается до воды и кислорода. Каталаза является действенным индикатором содержания микроорганизмов в почве и их жизнедеятельности. Преимущественно каталаза продуцируется в микроорганизмах аэробах. Инвертаза относится к классу гидролаз, ее отличительной особенностью является возможность расщеплять сахарозу на фруктозу и глюкозу. Соответственно по активности инвертазы определяется интенсивность разложения органических веществ, содержащих углеводы. Фитотоксичность является важным показателям определения уровня загрязнения почвы, качество которой может ухудшаться при внесении удобрений.

Объектом исследования выступил пахотный горизонт чернозема Ботанического сада ЮФУ. Высушенную, очищенную от растительных остатков и просеянную почву, помещали в контейнеры 500 мл с крышкой. В почву вносили растворы биопрепаратов в следующих концентрациях:

Модельный опыт №1

1. Контроль (почва без добавок)
2. Байкал М1 р-р 1%
3. Гумат калия р-р 1%
4. NAGRO р-р 0,2%
5. Тамир р-р 1%
6. Все биопрепараты вместе

Модельный опыт №2

1. Контроль (почва без добавок)
2. Метабактерин 10 мг/кг

3. Алтасол 10 мг/кг

Время инкубации для оценки ферментативной активности составило 10 суток, для определения фитотоксичности 14 суток.

Результаты опытов показали, что Метабактерин способствует гидролизу углеводов в почве: активность инвертазы увеличилась в 2 раза по сравнению с контролем. Алтасол, напротив, значительно подавил активность как каталазы, так и инвертазы, уменьшив их в два раза.

В целом Байкал М1, Гумат калия, NAGRO, Тамир не оказали существенного воздействия на ферментативную активность почвы.

Таблица 1. Результаты

№	Вариант	Инвертаза	Каталаза	Фитотоксичность (длина ростков)	Фитотоксичность (длина корней)	Фитотоксичность (всхожесть)	Фитотоксичность (фитомасса)
Модельный опыт 1							
1	**контроль**	**16,0**	**6,6**	**1,5**	**1,9**	**не опр.**	**не опр.**
2	Байкал М1 р-р 1%	9,4	6,4	2,2	3,4	не опр.	не опр.
3	Гумат калия р-р 1%	5,0	6,0	2,5	3,6	не опр.	не опр.
4	NAGRO р-р 0,2%	8,5	5,9	2,1	3,3	не опр.	не опр.
5	Тамир р-р 1%	12,2	5,9	1,9	3,8	не опр.	не опр.
6	Все биопрепараты вместе	11,7	5,9	2,5	4,5	не опр.	не опр.
Модельный опыт 2							
1	**контроль**	**11,1**	**6,3**	**не опр.**	**не опр.**	**9,7**	**1,0**
2	Метабактерин 10 мг/кг	10,3	12,8	не опр.	не опр.	3,6	0,3
3	Алтасол 10 мг/кг	4,8	3,4	не опр.	не опр.	3,7	0,2

Эффективность Метабактерина для повышения активности инвертазы можно объяснить тем, что в его состав входит *Methylobacterium extorquens* NVD BKMB-2879 D, который способен метаболизировать одноуглеродные соединения растений, участвуя в процессе азотофиксации.

В анализе фитотоксичности, наилучшие результаты показал Гумат калия, Тамир и NAGRO, улучшив в корневую систему редиса более чем в два раза.

Таким образом, приведённое исследование показывает, что несмотря на все преимущества биопрепаратов, они обладают одной существенной особенностью, которая проявляется в достаточно узком диапазоне действия. Микроорганизмы действуют достаточно избирательно, что вызывает необходимость тщательного подбора биопрепаратов каждому конкретному случаю.

Список литературы

1. Азаренко (Мясникова) М.А., Казеев К.Ш., Ермолаева О.Ю., Колесников С.И. Изменение растительного покрова и биологических свойств черноземов в постагрогенный период // Почвоведение. 2020. № 11.С. 1412-1422.
2. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы Юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во Эверест, 2008. 276 с.
3. Привалова Н. М. и др. Определение фитотоксичности методом проростков //Успехи современного естествознания. – 2006. – №. 10. – С. 45-45.
4. Kumar M. et al. Biodiversity of methylotrophic microbial communities and their potential role in mitigation of abiotic stresses in plants //Biologia. – 2019. – Т.74. – №3. – С. 287-308.
5. Sy A. et al. Methylotrophic metabolism is advantageous for Methylobacteriumextorquens during colonization of Medicago truncatula under competitive conditions //Applied and environmental microbiology. – 2005. – Т.71. – №11. – С. 7245-7252.
6. Zhang C. et al. Potentials, utilization, and bioengineering of plant growth-Promoting Methylobacterium for sustainable agriculture // Sustainability. – 2021. – Т.13. – №. 7. – С. 3941.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ ПЛАТИНЫ НА ДЛИНУ КОРНЕЙ РЕДИСА В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

Тимошенко А.Н., Кабакова В.С., Колесников С.И.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
aly9215@mail.ru

ASSESSMENT OF PLATINUM EFFECT NANOPARTICLES ON RADISH ROOTS LENGTH IN COMMON BLACK EARTH

Timoshenko A.N., Kabakova V.S., Kolesnikov S.I.
Southern Federal University, Rostov-on-Don
aly9215@mail.ru

Аннотация. С ростом нанотехнологий растет обеспокоенность экологическими последствиями выпущенных наноматериалов и их потенциальными рисками. Почвы постоянно подвергаются загрязнению наночастицами, а информации о воздействии на них наноматериалов не так много. В связи с малой исследованностью последствий попадания наночастиц платины в окружающую среду и неоднозначностью полученных результатов представляется интерес изучить влияние данного вещества на биологические свойства почвы. В настоящей работе установлено негативное воздействие наночастиц платины на длину корней редиса. Показана зависимость снижения показателя от концентрации загрязняющего вещества.

Ключевые слова: наночастицы, платина, фитотоксичность, чернозем обыкновенный.

Abstract. With the growth of nanotechnology, there is growing concern about the environmental effects of released nanomaterials and their potential risks. Soils are constantly being contaminated with nanoparticles, and there is not much information about the effects of nanomaterials on them. Due to the small amount of research on the effects of platinum nanoparticles in the environment and the ambiguity of the results obtained, it is of interest to study the effect of this substance on the biological properties of soil. In the present work the negative influence of platinum nanoparticles on radish root length was established. Dependence of decrease of the index on concentration of the polluting substance is shown.

Keywords: nanoparticles, platinum, phytotoxicity, ordinary chernozem.

В настоящее время индустрия нанотехнологий растет быстрыми темпами. Наночастицы используются в тысячах коммерческих продуктов, и поэтому невозможно остановить их накопление в окружающей среде. В отличие от многих других материалов, наночастицы могут быть химически активными и оказывать уникальное воздействие на здоровье и безопасность людей и окружающей среды.

Все большее распространение среди применяемых наноматериалов получают наночастицы платины. Их широко применяют в медицине в (Itohiya et al., 2019; Grimaldi et al. 2019; Zhao et al., 2020), а также в промышленных и автомобильных катализаторах (Labbé et al., 2019; Ayad et al., 2021; Huff et al., 2021). Однако знания о влиянии загрязнения наночастицами платины на почвенные процессы очень ограничены. Цель этого исследования состояла в том, чтобы выяснить, приводит ли загрязнение чернозема обыкновенного наночастицами платины к неблагоприятным воздействиям на выбранный показатель длину корней редиса.

В качестве объекта исследования был выбран чернозем обыкновенный карбонатный южно-европейской фации. Место отбора – Ботанический сад ЮФУ.

Для лабораторных анализов был отобран верхний горизонт (0-20 см.) Для исследования мы использовали наночастицы платины сферической формы размером 20-30нм. Изучались действия разных концентраций наночастиц платины - 0,01;0,1;1;10 и 100 мг/кг. Состояние почвы определяли через 30 суток после загрязнения. Этот срок проявил себя наиболее информативным при исследовании влияния химического загрязнения на биологические свойства почвы (Колесников и др., 2000)

При проведении исследовательской работы была изучена длина корней редиса. Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием методов, общепринятых в биологии, почвоведении и экологии (Казеев, Колесников, 2012). Метод основан на высокой отзывчивости семян редиса на токсические вещества путем учета снижения длины корней проростков по сравнению с контролем, выраженное в процентах.

Результаты влияния загрязнения наночастицами платины на длину корней редиса в черноземе обыкновенном представлены на рис.

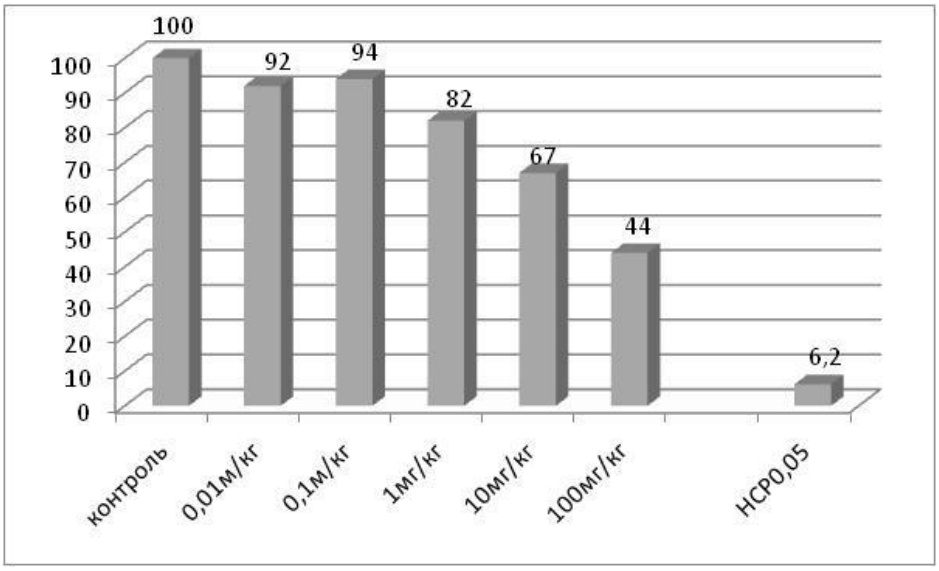


Рисунок. Влияние наночастицами платины на длину корней редиса в черноземе обыкновенном через 30суток после загрязнения, % от контроля

Установлено, что низкие концентрации наночастиц платины (0,01 и 0,1 мг/кг) оказывают статистически недостоверное незначительное влияние на длину корней редиса в черноземе обыкновенном. Более высокие концентрации (1, 10 и 100мг/кг) приводят к снижению исследуемого показателя на 18, 33 и 56% соответственно. Наблюдалась прямая зависимость изменения показателя от концентрации загрязняющих веществ: чем выше доза, тем ниже длина корня редиса. Таким образом, загрязнение чернозема обыкновенного наночастицами платины негативно сказывается на длине корней редиса, одного из наиболее информативного показателя состояния почв (Казеев, Колесников, 2012).

Полученные результаты исследования свидетельствуют о недооценке влияния наночастиц на состояние окружающей среды. Авторы данной публикации надеются на то, что внимание исследователей к изучению этого вопроса в ближайшие годы будет возрастать.

Список литературы

1. Ayad, M.M.; Torad, N.L.; El-Nasr, A.A; Amer, W. Study on catalytic efficiency of platinum and silver nanoparticles confined in nanosized channels of a 3-D mesostructured silica // J. Porous. Mater. 2021. 28, 65–79 https://doi.org/10.1007/s10934-020-00960-7
2. Grimaldi, M.; Dal, Bo.V.; Ferrari, B.; Roda, E.; Luca F.De.; Veneroni P.; Barni S.; Verri M.; Pascali S.A.D.; Fanizzi F.P.; Bernocchi G.; Bottone M.G. (2019) Long-term effects after treatment with platinum compounds, cisplatin and [Pt (O, O′-acac)(γ-acac)(DMS)]: autophagy activation in rat B50 neuroblastoma cells// Toxicol Appl Pharmacol. 2019. 364:1–11. https://doi.org/10.1016/j.taap.2018.12.005
3. Huff, C.; Biehler, E.; Quach, Q.; Long, J.M.; Abdel-Fattah, T.M. (2021) Synthesis of highly dispersive platinum nanoparticles and their application in a hydrogen generation reaction. Colloids Surf A Physicochem. Eng. Asp. 2021. 610:125734.https://doi.org/10.1016/j.colsurfa. 2020. 125734
4. Itohiya, H.; Matsushima, Y.; Shirakawa, S.; Kajiyama, S.; Yashima, A.; Nagano, T.; Gomi, K. Organic resolution function and effects of platinum nanoparticles on bacteria and organic matter // PLoS ONE. 2019. 14(9):e0222634. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222634
5. Labbé, F.; Asset, T.; Chatenet, M.; Ahmad, Y.; Guérin, K.; Metkemeijer, R.; Berthon-Fabry, S. Activity and Durability of Platinum-Based Electrocatalysts with Tin Oxide–Coated Carbon Aerogel Materials as Catalyst Supports // Electrocatalysis.2019. 10, 156–172 https://doi.org/10.1007/s12678-018-0505-z
6. Zhao, N.; Francis, N.L.; Calvelli, H.R.; Moghe, P.V. Microglia-targeting nanotherapeutics for neurodegenerative diseases // APL Bioeng.2020. 4(3):030902. https://doi.org/10.1063/5.0013178
7. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований / Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ,2012. 260 с
8. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на эколого-биологические свойства чернозема обыкновенного // Экология. 2000.№ 3. С.193-201

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ТИЛОЗИНОМ И МЕДЬЮ

Труфанов Д.А., Колесников С.И., Акименко Ю.В.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
dtrufanov@sfedu.ru

ASSESSMENT OF CHANGES IN THE TOTAL NUMBER OF BACTERIA IN HAPLIC CHERNOZEM UNDER COMBINED EFFECT OF TYLOSIN AND COPPER

Trufanov D.A., Kolesnikov S.I., Akimenko Yu.V.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
dtrufanov@sfedu.ru

Аннотация. В статье дана оценка изменения общей численности бактерий чернозема обыкновенного при комбинированном воздействии тилозином и медью. Загрязнение моделировали в лабораторных условиях. Антибиотик вносился в почву в виде растворов в концентрациях 1, 10, 100 мг/кг, тяжелый металл также был в виде раствора, но в одной дозе – 100 мг/кг. В результате исследований было установлено, что общая численность бактерий снижается как при индивидуальном, так и при комбинированном воздействии, по сравнению с контролем. Как правило, снижение показателя происходит в прямой зависимости от количества антибиотика. Было установлено, что взаимодействие антибиотика и тяжелого металла приводит к большему снижению общего количества почвенных бактерий.

Ключевые слова: тилозин, медь, комбинированное воздействие, общая численность бактерий, чернозем обыкновенный.

Abstract. An assessment of the change in the total number of bacteria in ordinary chernozem under combined exposure to tylosin and copper is made. Pollution was modeled in laboratory conditions. The antibiotic was introduced into the soil in the form of solutions at concentrations of 1, 10, 100 mg/kg, the heavy metal was also in the form of a solution in concentration 100 mg/kg. It was found that the total number of bacteria decreases both with individual and combined exposure. The decrease in the indicator occurs in close relationship to the amount of antibiotic. It was found that the interaction of antibiotic and heavy metal leads to a greater reduction in the total number of soil bacteria.

Keywords: tylosin, copper, combined effect, the total number of bacteria, haplic chernozem.

Антибиотики широко используются в сельском хозяйстве для лечения различных заболеваний или стимуляции роста животных. Ветеринарные антибиотики разработаны для эффективного воздействия в низких дозах и полностью выводятся из организма в виде метаболитов, либо в неизмененном виде. Часть проглоченных антибиотиков метаболизируется в организме животного, часть выводится из организма и попадает в окружающую среду, например, через навоз, который используется в качестве удобрения на сельскохозяйственных угодьях (Jørgensen & Halling-Sørensen, 2000). В связи с чем разные концентрации фармацевтических препаратов обнаруживаются в почве, поверхностных и грунтовых водах. Антибиотики в сельскохозяйственных почвах обычно обнаруживаются от следовых концентраций до высоких, исчисляющихся в мг/кг (Xu et al. 2016). Поведение антибиотиков в почве, включая их сорбцию, мобильность и транспорт в почве, хорошо описана (Pan & Chu, 2016), в то время как, знания об их экотоксичности и влиянии на свойства почв в целом не многочисленны (Xu et al. 2016). Тилозин широко

применяется в сельском хозяйстве как для борьбы с кишечными и респираторными заболеваниями (Sarmah et al., 2006), так и в качестве стимулятора роста (De Liguoro et al., 2003).

Вместе с навозом на сельскохозяйственные поля могут попадать также и тяжелые металлы. Для поддержания различных физиологических процессов и предотвращения заболеваний домашнего скота и птицы достаточно часто применяются корма, содержащие некоторые металлы и металлоиды (например, Cu, Zn, Co, Fe, Mn и Se). При использовании таких добавок, в навозе домашнего скота наблюдаются повышенные концентрации этих элементов так как не все эти элементы полностью усваиваются животными (Sager 2007). На ряду с этим, внесение некоторых агрохимикатов, содержащих тяжелые металлы, может также способствовать повышению концентраций меди и других тяжелых металлов в сельскохозяйственных почвах (Besnard et al., 2001).

Комплексы антибиотиков и тяжелых металлов часто обнаруживаются в поверхностных водах и почве (Wang et al., 2018). Такие комплексы оказывают токсикологическое воздействие на биоту и свойства почв и вод, даже если они присутствуют в низких концентрациях. Длительное воздействие антибиотиков и тяжелых металлов вызывает изменения жизнедеятельности, биомассы и структуры бактериальных сообществ почвы (Joynt et al. 2006).

Таким образом, актуальным является изучение влияния комбинированного воздействия антибиотиков и тяжелых металлов на микробиологические показатели.

Цель данной работы - исследовать закономерности изменения общей численности бактерий чернозема обыкновенного при комбинированном воздействии тилозином и медью

Объект исследования: выбран чернозем обыкновенный, почву отбирали на территории Ботанического сада Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия.

Для достижения цели провели ряд модельных опытов, для которых использовали пахотный слой чернозема обыкновенного, при удобрении которого, не использовался навоз.

В данном эксперименте изучали комбинированное воздействие на общую численность бактерий чернозема обыкновенного через 30 суток после внесения антибиотика и тяжелого металла. Антибиотик вносился в почву в виде растворов в концентрациях 1, 10, 100 мг/кг, тяжелый металл также был в виде раствора, но в одной дозе – 100 мг/кг. Данные концентрации антибиотика были выбраны на основе предыдущих исследований и полагаясь на литературные данные о регистрации остаточных концентраций в почвах (Акименко и др. 2016). Концентрация меди была выбрана, так как начиная с данной концентрации отмечается ее негативное влияние (Kolesnikov et al., 2000). Исследуемые образцы почвы (500 г) инкубировались в темном месте в пластиковых контейнерах при температуре окружающей среды 20–25˚С и оптимальном увлажнении (60% от полевой влагоемкости). Контролем служила почва, не загрязненная ни антибиотиком, ни медью.

Общее количество бактерий в почве определяли методом люминесцентной микроскопии, с окрашиванием акридин оранжевым красителем (McFeters et al., 1995).

Результаты исследования представлены на рисунке (рис. 1).

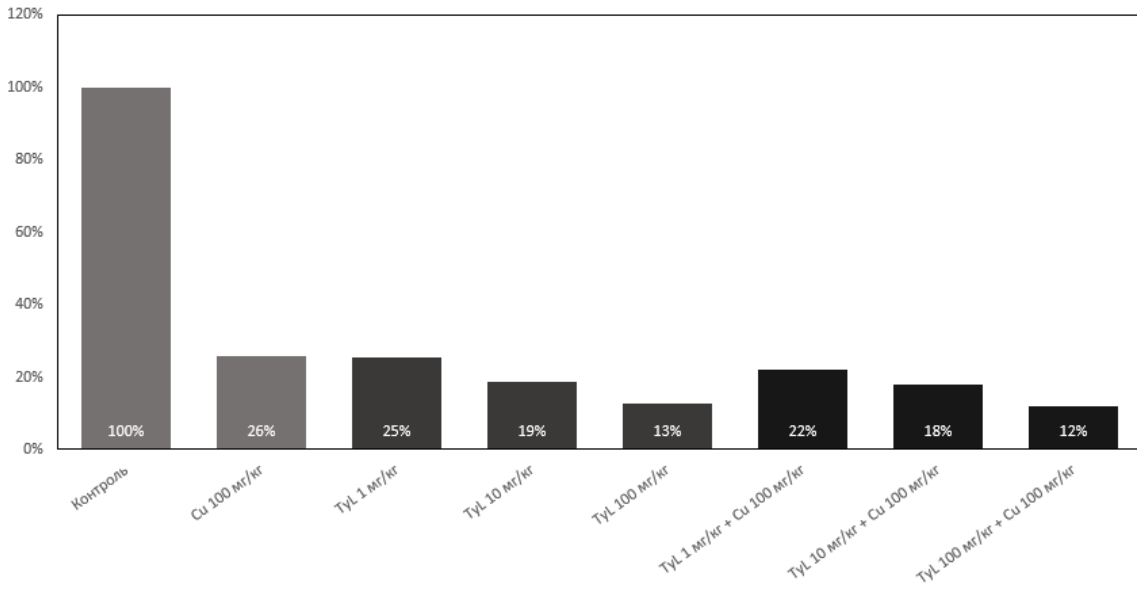


Рисунок 1. Изменение общей численности бактерий чернозема обыкновенного при комбинированном воздействии тилозином и медью, % от контроля

В результате исследования было установлено, что общая численность бактерий снижается как при индивидуальном, так и при комбинированном воздействии, по сравнению с контролем. Как правило, снижение показателя происходит в прямой зависимости от количества антибиотика.

Наибольшее снижение наблюдается при воздействии тилозином с концентрацией 100 мг/кг в комбинации с медью (снижение на 88% от контроля). Было выявлено, что уже начиная с дозы 1 мг/кг тилозина при комбинированном воздействии, снижение показателя больше, чем при индивидуальной обработке одним из исследуемых веществ с соответствующей концентрацией (снижение на 78% от контроля при комбинированной обработке, на 74% и 75% при индивидуальной обработке медью или тилозином, соответственно). Это свидетельствует о том, что взаимодействие антибиотика и тяжелого металла приводит к большему снижению общего количества почвенных бактерий. Предыдущие исследования также показали негативное влияние комбинированного воздействия антибиотиков и тяжелых металлов на почвенные микроорганизмы (Kong et al., 2006).

Представляется актуальной дальнейшая работа по оценке комбинированного воздействия антибиотиками и тяжелыми металлами чернозема обыкновенного по другим биологическим показателям.

Благодарность

Исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых российских ученых – кандидатов наук (МК-2085.2022.1.4)

The study was supported by a grant of the President of the Russian Federation for young Russian scientists - candidates of science (MK-2085.2022.1.4)

Список литературы

1. Akimenko Yu.V., Kolesnikov S.I. & Kazeev K.Sh., 2015. Environmental impact assessment of tylosin and nystatin on biological properties of chernozem. International Multidisciplinary

Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management (Book 3, vol. 2) ed. Alexander Malinov. NY: Curran Associates, pp. 131–138.
2. Besnard E., Chenu C. & Robert M. Influence of organic amendments on copper distribution among particle-size and density fractions in Champagne vineyard soils // Environmental Pollution. –2001. – V. 112. – P. 329-337.
3. De Liguoro M., Cibin V., Capolongo F., Halling-Sørensen H. & Montesissa C. Use of oxytetracycline and tylosin in intensive calf farming: evaluation of transfer to manure and soil // Chemosphere. –2003. – V. 52. – P. 203-212.
4. Jørgensen S.E. & Halling-Sørensen B. Drugs in the environment // Chemosphere. –2000. – V. 40. – P. 691-699.
5. Joynt J., Bschoff M., Turco R., Konopka A. & Nakatsu C.H. Microbial Community Analysis of Soils Contaminated with Lead, Chromium and Petroleum // Hydrocarbons Microbial Ecology. –2006. – V. 51. – P. 209-219.
6. Kolesnikov S.I., Kazeev K.S. & Val'kov V.F. Effects of heavy metal pollution on the ecological and biological characteristics of common chernozem // Russ. J. Ecol. –2000. – V. 31. – P. 174-181.
7. McFeters G.A., Yu F.P., Pyle B.H. & Stewart P.S. Physiological assessment of bacteria using fluorochromes // J. Microbiol. Methods. –1995. – V. 21. – P. 1-13.
8. Pan M. & Chu L.M. Adsorption and degradation of five selected antibiotics in agricultural soil // Science of the Total Environment. –2016. – V. 545. – P. 48-56.
9. Sager M. Trace and nutrient elements in manure, dung and compost samples in Austria // Soil Biology and Biochemistry. –2007. – V. 39. – P. 1383-1390.
10. Sarmah A.K., Meyer M.T. & Boxall A.B.A. A global perspective on the use, sales, exposure pathways, occurrence, fate and effects of veterinary antibiotics (VAs) in the environment // Chemosphere. –2006. – V. 64. – P. 725-759.
11. Wang Y.P., Shi J.Y., Wang H., Lin Q., Chen X.C. & Chen Y.X. The influence of soil heavy metals pollution on soil microbial biomass, enzyme activity, and community composition near a copper smelter // Ecotoxicology and Environmental Safety. –2007. – V. 67. – P. 75-81.
12. Xu Y., Yu W., Ma, Q., Wang J., Zhou H. & Jiang C. The combined effect of sulfadiazine and copper on soil microbial activity and community structure // Ecotoxicology and Environmental Safety. –2016. – V. 134. – P. 43-52.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО, ЗАГРЯЗНЁННОГО АНТИБИОТИКАМИ

Фастова А.С., Акименко Ю.В., Попова Е.А.
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный Федеральный Университет» Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, г.Ростов-на-Дону
fastovaa2604@mail.ru

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE CATALASE ACTIVITY OF ORDINARY CHERNOZEM CONTAMINATED WITH ANTIBIOTICS

Fastova A.S., Akimenko Y.V., Popova E.A.
Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Southern Federal University" Academy of Biology and Biotechnology named after D.I. Ivanovsky, Rostov-on-Don
fastovaa2604@mail.ru

Аннотация. В работе приведены результаты исследования воздействия антибиотиков тилозина и окситетрациклина, антимикотического препарата нистатина и их комплексов на активность фермента каталазы чернозема обыкновенного. После загрязнения почвы проводилась санация биопрепаратами, такими как: Биочар, Байкал-ЭМ1, а также ячмень в качестве фиторемедианта. Наибольшее снижение активности каталазы наблюдается при внесении комплекса антибиотиков и антимикотического препарата (тилозин+окситетрациклин+нистатин). При внесении биопрепаратов активность каталазы восстанавливается до контрольных значений.

Ключевые слова: антибиотики, санация, тилозин, окситетрациклин, нистатин, чернозем обыкновенный.

Abstract. The paper reveals the results of a study of the effect of the antibiotics tylosin and oxytetracycline, the antimycotic drug nystatin and their complexes on the activity of the catalase enzyme in ordinary chernozem. After soil damage, sanitation was carried out with biological preparations, such as: Biochar, Baikal-EM1, as well as barley as a phytoremediant. The greatest decrease in catalase activity occurs when a complex of antibiotics and antithymic drugs (tylosin + oxytetracycline + nystatin) appears in the body. When biopreparations are introduced, catalase activity is restored to control values.

Keywords: antibiotics, sanitation, tylosin, oxytetracycline, nystatin, ordinary chernozem.

Антибиотики играют ключевую роль в борьбе с инфекционными заболеваниями людей, животных, домашнего скота и аквакультур во всем мире. Согласно современным данным, антимикробные вещества находят очень широкое применение не только в медицине, но и как профилактические средства, например для предупреждения бактериальных инфекций сельскохозяйственных животных и растений, а также в качестве стимуляторов роста. В целом использование антибиотиков неоспоримо улучшает нашу жизнь, но их бесконтрольное применение приводит к множеству проблем. Важнейшей является возникновение резистентных к антимикробным веществам форм бактериальных клеток.

В почвах антибиотики взаимодействуют с почвенным органическим веществом, глиноземом и минеральными частицами, которые приводят к сорбции, образованию связей и фиксации химических веществ в почвенной породе. Сила этого взаимодействия

полностью зависит от химической природы антибиотиков и характеристик почвы, а также зависит от температуры, влажности и других факторов (Kumar et al., 2005), таких как pH и природа обменных катионов.

Для восстановления почв часто используют различные биопрепараты. Например, довольно популярен в таких целях биочар, который обладает высокими сорбирующими свойствами, что позволяет снизить концентрацию антибиотиков и обилие генов антибиотикорезистентсноти (Alaboudi, 2019). Если говорить о препарате Байкал-ЭМ1, то считается, что ЭМ-препараты способны активизировать почвенную биоту, обеспечивать оптимальные экологические условия для поддержания плодородия почв, ускорять процессы разложения органических веществ в почве и существенно улучшать условия питания растений (Новицкий и др., 2012). Фиторемедиация представляет собой использование растений и ассоциированных с ними микроорганизмов для очистки окружающей среды. В этой технологии используются природные процессы, с помощью которых растения и почвенные микроорганизмы разрушают и накапливают различные загрязнители.

Каталаза – это фермент класса оксидоредуктаз, который участвует в разложении перекиси водорода, которая в свою очередь образуется в результате дыхания живых организмов и окислительных реакций. Объектом исследования являлся чернозем обыкновенный (г. Ростов-на-Дону, Ботанический сад ЮФУ).

В лабораторных условиях моделировали загрязнение почв антибиотиками тилозином, окситетрациклином и антимикотиком нистатином. Воздушно-сухие образцы почв обрабатывали растворами антибиотиков и антимикотиков по отдельности и в комплексе в концентрации 1000 мг/кг почвы. Исследования проводили через 30 суток инкубации. Контролем служили образцы почвы, не загрязненные антибиотиком. Затем вносили биопрепараты Биочар, Байкал-ЭМ1 и проводили фиторемидиацию ячменем для санации почвы. Инкубировали 10 суток. Концентрации и сроки инкубации были выбраны на основе литературных данных и ранее проведенных рекогносцировочных исследований (Акименко и др., 2013; Акименко и др., 2015; Акименко и др., 2016; Акименко и др., 2019). В качестве показателя биологической активности был исследован фермент класса оксидоредуктаз каталаза и дегидрогеназы.

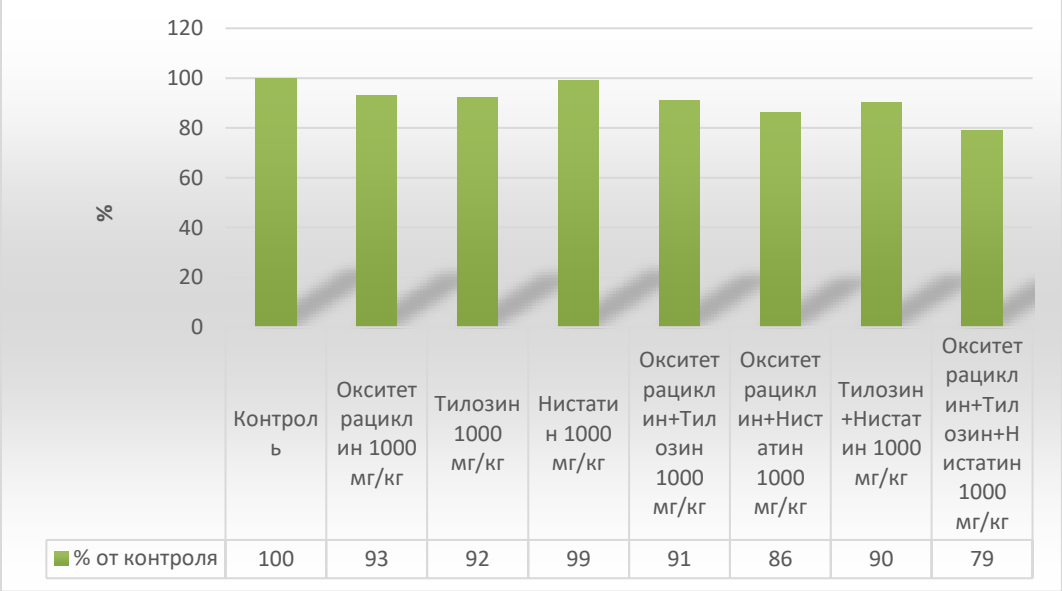


Рисунок 1. Изменение активности каталазы чернозема обыкновенного в условиях загрязнения антибиотиками, % от контроля

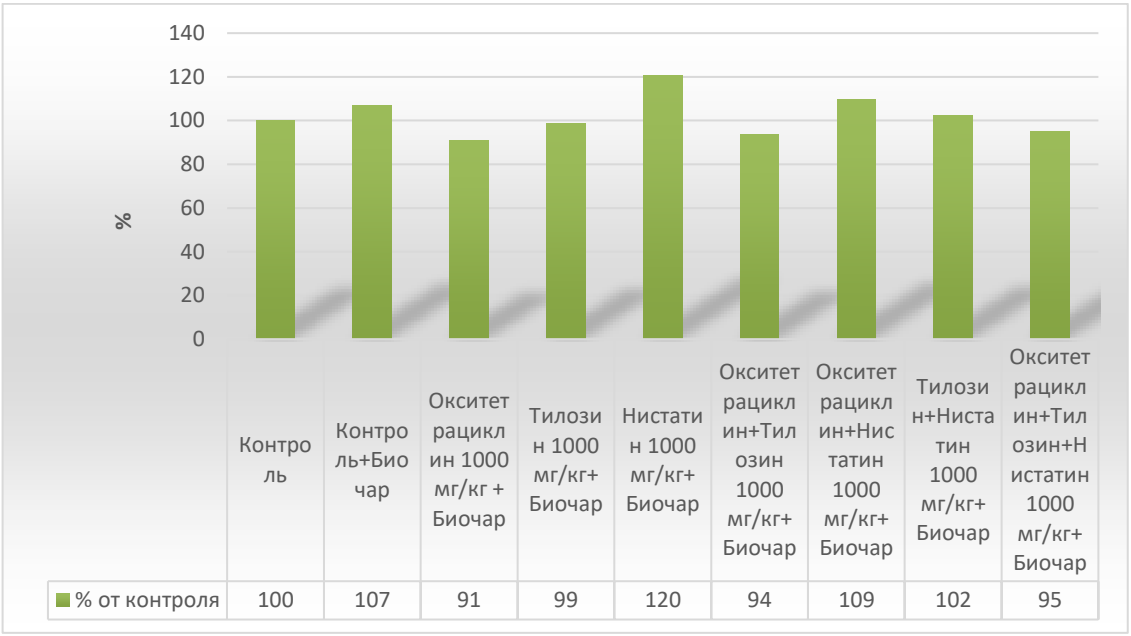


Рисунок 2. Изменение активности каталазы чернозема обыкновенного в условиях загрязнения антибиотиками после внесения биопрепарата «Биочар», % от контроля

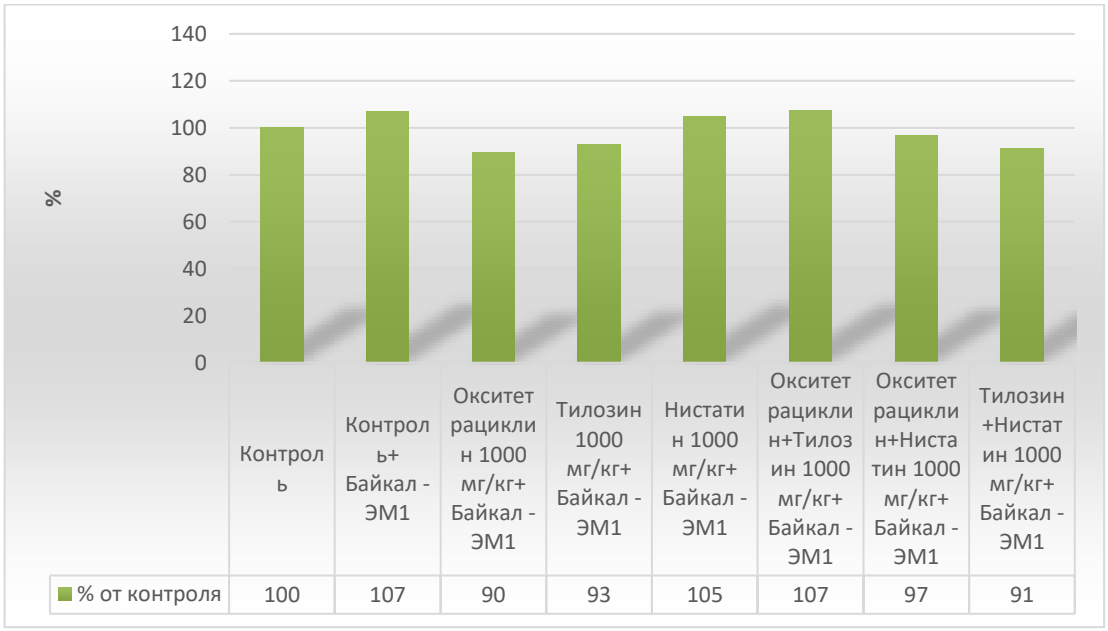


Рисунок 3. Изменение активности каталазы чернозема обыкновенного в условиях загрязнения антибиотиками после внесения биопрепарата «Байкал-ЭМ1», % от контроля

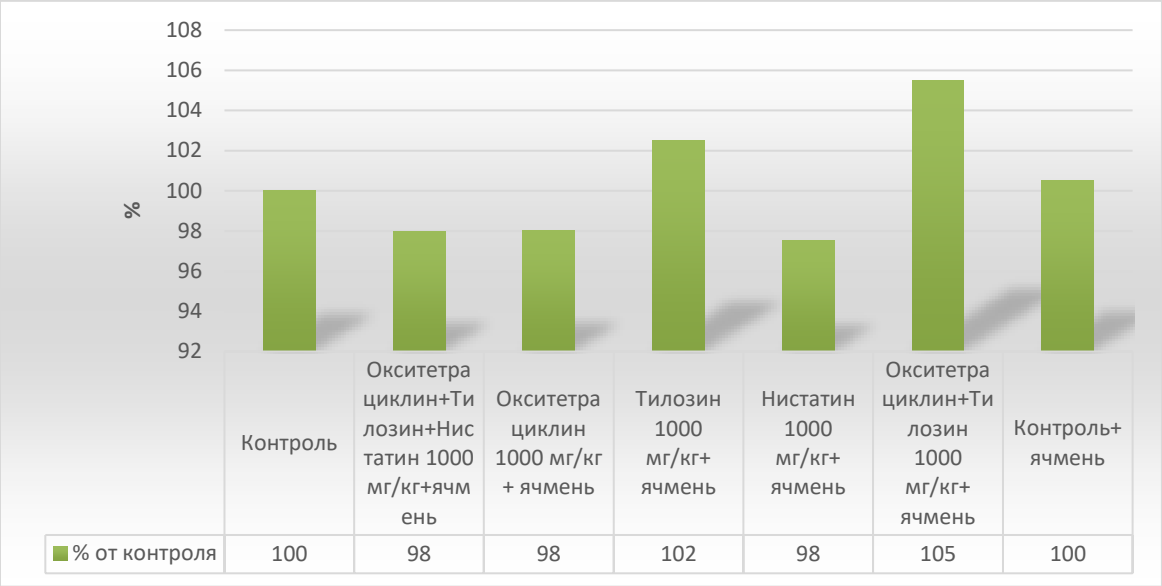


Рисунок 4. Изменение активности каталазы чернозема обыкновенного в условиях загрязнения антибиотиками после использования ячменя в качестве фиторемедианта, % от контроля

В ходе исследования было установлено, что чернозем обыкновенный является средне обогащенной почвой по активности каталазы (по Звягинцеву, 1978). В результате при загрязнении комплексом Тилозин+Окситетрациклин+Нистатин в концентрации 1000 мг/кг почвы происходит достоверное снижение активности фермента каталазы на 21% (рис.1). Это связано с большой концентрацией комплекса антибиотических и антимикотического препарата, в результате чего наблюдается подавление жизнедеятельности микроорганизмов. Но после внесения любого из исследуемых восстановителей и 10 дней инкубации, таких как Биочар, Байкал-ЭМ1 и ячмень, происходит восстановление активности каталазы до контрольных значений (95-100%) (рис. 2, 3, 4). В остальных же вариантах загрязнения почвы активность каталазы достоверно не изменялась.

Исследование выполнено при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых российских ученых – кандидатов наук (МК 2085.2022.1.4).

Список литературы

1. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние загрязнения антибиотиками на биологические свойства чернозема обыкновенного / Ю.В. Акименко, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. - 154 с.
2. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Козунь Ю.С., Мясникова М.А. Изменение биологических свойств чернозема обыкновенного североприазовского при загрязнении современными биоцидами // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 18, №2 (2), 2016. С. 276-279.
3. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Мазанко М.С. Экологические последствия загрязнения почв антибиотиками // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т.15. № 3. С. 1196.
4. Акименко Ю.В., Чувараева О.В., Колесников С.И., Казеев К.Ш., Минникова Т.В. Оценка экологического состояния основных почв юга России в условиях загрязнения

антибиотиками: монография / Ю. В. Акименко, О. В. Чувараева, С.И. Колесников, К.Ш. Казеев, Т.В. Минникова; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2019. – 114 с.
5. Акименко Ю.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Козунь Ю.С., Мясникова М.А., Одабашьян М.Ю., Николаева К.Н., Тимошенко А.Н. Устойчивость микроорганизмов чернозема к загрязнению антибиотиками в условиях полевого модельного опыта // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 104. С. 135-148.
6. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкала для оценки некоторых ее показателей //Почвоведение, 1978 № 6 С. 48-54
7. Новицкий А.А., Гнитецкий В.А. ЭМ-техно-логия в растениеводстве // Вестник Омского государственного аграрного университета. - 2012. - № 4 (8). - С. 20-24.
8. Alaboudi, K.A. Effect of biochar on Pb, Cd and Cr availability and maize growth in artificial contaminated soil / K.A. Alaboudi, B. Ahmed, G. Brodie // Annals of Agricultural Sciences. - 2019. - №64. - P. 95-102
9. Kumar, K.; Gupta, S. C.; Baidoo, S. K.; Chander, Y.; Rosen, C. J. Antibiotic uptake by plants from soil fertilized with animal manure. J. EnViron. Qual. 2005, 34, 2082-2085.

ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭМИССИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПОЧВАМИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА (РОСТОВ-НА-ДОНУ) ПРИ РАЗНОМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ

Федоренко А.Н.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
fedorenko-N13@yandex.ru

INTENSITY OF CARBON DIOXIDE EMISSION BY SOILS OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY (ROSTOV-ON-DON) UNDER DIFFERENT LAND USE

Fedorenko A.N.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
fedorenko-N13@yandex.ru

Аннотация. Для оптимизации экологического состояния почв при разном землепользовании проведены исследования интенсивности эмиссии углекислого газа почвами Ботанического сада ЮФУ (Ростов-на-Дону). Почвенное дыхание является первостепенным показателем биологической активности почв, а также характеризует устойчивость цикла углерода в биологическом круговороте веществ. По результатам исследований максимальная интенсивность эмиссии CO2 наблюдалась на участке молодой залежи и составляет 0,41 г/м2/ч.

Ключевые слова: дыхание почв, биологическая активность, экологическое состояние, антропогенное воздействие.

Abstract. To optimize the ecological state of soils under different land uses, studies of the intensity of carbon dioxide emission by the soils of the Botanical Garden of the Southern Federal University (Rostov-on-Don) were carried out. Soil respiration is a primary indicator of the biological activity of soils, and also characterizes the stability of the carbon cycle in the biological cycle of substances. According to the research results, the maximum intensity of CO2 emission was observed in the area of a young deposit and is 0.41 g/m2/h.

Keywords: soil respiration, biological activity, ecological state, anthropogenic impact.

Биологический круговорот веществ формируется при помощи основных биогеохимических циклов. Взаимосвязь циклов между собой обеспечивает стабильность и эффективность их работы. Среди биогенных элементов главенствующие позиции занимают кислород, углерод, водород и азот. Цикл углерода является одним из основных в биологическом круговороте веществ. Процесс минерализации органических соединений с образованием неорганических, используемых для питания автотрофными организмами, регулируется за счет биологической активности почв. Устойчивость цикла зависит от первоначальной биологической активности почв, содержания органических веществ, а также вида землепользования (Казеев и др., 2004; Мокриков и др., 2020; Холодов и др., 2021). Антропогенное воздействие вносит существенные изменения, влияющие на свойства почвы. По сравнению с растительными и животными сообществами, почвенный компонент восстанавливается гораздо медленнее. Кроме того, обменные процессы в биогеоценозах при антропогенном воздействии протекают с меньшей скоростью, чем в естественных условиях (Юркевич, 2017).

Биологическая активность почв основана на осуществлении процессов разложения и синтеза веществ. Сформировавшиеся в почве условия синтеза, перехода и хранения органических и минеральных веществ способствуют регуляции процессов в наземных экосистемах. При этом основной поток углерода проходит через микроорганизмы и растения. Впоследствии наличие органического углерода в почве определяет почвенное плодородие, а также устойчивость почв к деградации (Макаров, 2021). В качестве одного из наиболее общих показателей биологической активности почв часто используют «дыхание почв» – выделение углекислого газа и поглощение кислорода почвой (Мокриков и др., 2017; Казеев и др., 2021). Интенсивность эмиссии углекислого газа почвой характеризует активность происходящих в ней биологических процессов. При этом, чем интенсивнее эмиссия, тем активнее происходят в ней биологические процессы, а значит, лучше условия. Изучение трансформации органического углерода параллельно с активностью эмиссии углекислого газа при различных природных экосистемах с разнообразными видами воздействия и оценка устойчивости цикла углерода являются актуальными в сфере исследований, посвященных круговороту биологических веществ. Оценка активности «почвенного дыхания» является первостепенным показателем качества почвы (Сушко и др., 2019).

Основными источниками CO2 в почве являются жизнедеятельность микроорганизмов и почвенной фауны, дыхание корней, ферментативная активность почв, физико-химические и химические процессы, такие, как разложение карбонатов и др. Основной вклад в продукцию CO2 почвой вносят микроорганизмы и корни растений (Казеев и др., 2016).

Цель исследований заключалась в оценке интенсивности эмиссии углекислого газа почвами Ботанического сада ЮФУ при разном землепользовании. Для этого были проведены исследования данного параметра при различных условиях.

Объект исследования располагался на территории Ботанического сада ЮФУ. В 2016 году на исследуемой территории был создан опытный полигон для изучения и наблюдения за биологическими процессами, происходящими в первые годы залежного режима (Трушков и др., 2017, 2019). Территория представляла собой участок пашни размером 102×33м. Данный участок был разделен на две части. Пахотный участок размером 72×33м подвергался сельскохозяйственной обработке. Оставшуюся часть размером 30×33м вывели из обработки для самовосстановления, впоследствии этот участок назвали молодым залежным участком. Интенсивность эмиссии углекислого газа – «дыхание почв» – определяли камерным методом с помощью газоанализатора EGM-5 (PP SYSTEM) при инкубации в течение 2-х минут.

В апреле 2022 года в рамках комплексных эколого-биологических исследований территории был проведен анализ эмиссии углекислого газа почвой на участках пашни и молодой (5-летней залежи).

Результаты исследований показали высокую информативность метода определения эмиссии CO2. Максимальная активность эмиссии CO2 на залежном участке составила 0,41 г/м2/час. Были выявлены отличия между экосистемами при разном землепользовании. Эмиссия CO2 на участке молодой залежи превышает значения в 3–4 раза по сравнению с пашней. Это свидетельствует о большей интенсивности биологических процессов на залежном участке по сравнению с пашней вследствие развития сукцессионной растительности. К аналогичным выводам пришли и другие исследователи, проводившие исследования биологической активности в ботаническом саду ранее (Трушков и др., 2019; Собина и др., 2022).

Исследование выполнено при государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2511.2020.11, НШ-449.2022.5) и гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на создание Лаборатории молодых ученых (№ ЛабНОЦ-21-01АБ).

Список литературы

1. Казеев К.Ш., Жадобин А.В., Колесников С.И. Экологическое состояние почв Ростовского зоопарка: Ростов-на-Дону; Таганрог; Издательство Южного федерального университета, 2021. – 150 с.
2. Казеев К.Ш., Колесников С.И, Вальков В.Ф. Биология почв Юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2004. 350 с.
3. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ. – 2016. – 356 с.
4. Макаров О. А., Красильникова В. С., Кубарев Е. Н. [и др.] Опыт оценки деградации дерново-подзолистых почв при помощи микробиологических показателей (на примере агрохозяйства Калининградской области) // Агрохимический вестник. – 2021. – № 1. – С. 13-18.
5. Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Акименко Ю.В., Мясникова М.А., Колесников С.И. Влияние технологии No-Till на эколого-биологическое состояние почв/ – Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2017. – 174 с.
6. Мокриков Г.В., Минникова Т.В., Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Изменение содержания и состава органического вещества черноземов Приазовья при использовании технологии прямого посева //Агрохимия, 2020. № 1. С. 18–24.
7. Собина А.С., Хачиков Э.А., Шмараева А.Н., Федоренко А.Н., Приходько В.Д., Казеев К.Ш. Биологическая активность чернозема обыкновенного через 5 лет после прекращения агрогенной обработки // Агрохимический вестник. 2022. №1. С. 22-26.
8. Сушко С. В., Ананьева Н. Д., Иващенко К. В., Кудеяров В. Н. Эмиссия CO2, микробная биомасса и базальное дыхание чернозема при различном землепользовании // Почвоведение. – 2019. – № 9. – С. 1081-1091. –
9. Трушков А.В., Одабашян М.Ю., Казеев К.Ш., Биологическая активность постагрогенного чернозема на ранних стадиях демутации // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19. № 2-2. С. 345-348.
10. Трушков А.В., Одабашян М.Ю., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Изменение содержания органического вещества в постагрогенных почвах Ростовской области // Проблемы агрохимии и экологии. 2019. № 1. С. 53-57.

11. Холодов В.А., Белобров В.П., Ярославцева Н.В., Яшин М.А., Юдин С.А., Ермолаев Н.Р., Дридигер В.К., Ильин Б.С., Лазарев В.И. Влияние технологии прямого посева на распределение органического углерода и азота во фракциях агрегатов черноземов типичных, обыкновенных и южных // Почвоведение. 2021. №2. С.240-246.
12. Юркевич, М. Г. Круговорот углерода в естественных и антропогенно-измененных таежных экосистемах // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2017. – № 4(165). – С. 95-100.

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА ОБЩУЮ ЧИСЛЕННОСТЬ БАКТЕРИЙ

Цепина Н.И., Колесников С.И.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
cepinanatalia@yandex.ru

INFLUENCE OF SILVER NANOPARTICLES ON THE TOTAL NUMBER OF BACTERIA

Tsepina N.I., Kolesnikov S.I.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
cepinanatalia@yandex.ru

Аннотация. В связи с широким использованием наночастиц серебра в различных отраслях промышленности увеличивается количество загрязненных почв и наземных экосистем. Оценка влияния наночастиц серебра на почвенные бактерии позволит лучше понять их экотоксичность для почв и наземных экосистем. Загрязнение моделировали в лабораторных условиях. Наночастицы серебра вносили в почву в количестве 0,5; 1; 5; 10; 50 и 100 мг/кг. В данном исследовании оценено влияние наночастиц серебра на общую численность бактерий чернозема обыкновенного через 30 суток после загрязнения. На степень снижения общей численности бактерий оказывает влияние концентрация наночастиц серебра в почве. При концентрации 1, 5, 10, 50 и 100 мг/кг наночастиц серебра показатель общей численности бактерий снизился на 11, 22, 37, 41 и 51 % соответственно относительно контрольных значений.

Ключевые слова: наночастицы серебра, загрязнение, чернозем обыкновенный, экотоксичность, общая численность бактерий.

Abstract. Due to the widespread use of silver nanoparticles in various industries, the amount of contaminated soils and terrestrial ecosystems with silver nanoparticles is increasing. Evaluation of the effect of silver nanoparticles on soil bacteria will allow a better understanding of their ecotoxicity for soils and terrestrial ecosystems. Pollution was modeled in laboratory conditions. Silver nanoparticles were introduced into the soil in the amount of 0.5; one; five; 10; 50 and 100 mg/kg. In this study, the effect of silver nanoparticles on the total number of bacteria in ordinary chernozem 30 days after contamination was evaluated. The degree of reduction in the total number of bacteria is influenced by the concentration of silver nanoparticles in the soil. At a concentration of 1, 5, 10, 50, and 100 mg/kg of silver nanoparticles, the indicator of the total number of bacteria decreased by 11, 22, 37, 41, and 51%, respectively, relative to the control values.

Keywords: silver nanoparticles, pollution, chernozem ordinary, ecotoxicity, total number of bacteria.

Наночастицы серебра представляют особый интерес среди наноматериалов. Благодаря своим антибактериальным свойствам наночастицы серебра нашли широкое

применение в пищевой, текстильной, строительной, медицинской, косметологической, фармацевтической и других отраслях промышленности. По прогнозам J. Pulit-Prociak и M. Banach (2016) к 2025 году производство наночастиц серебра в мире возрастет до 800 тон в год, что создает огромные риски загрязнения окружающей среды и почвенного покрова (Benn, Westerhoff , 2008; Gottschalk, Nowack, 2011; Kaegi et al., 2010; Khanna, 2016; Nowack et al., 2012). Оценка влияния наночастиц серебра на почвенные бактерии позволит лучше понять их экотоксичность для почв и наземных экосистем, так же найти пути борьбы с этими проблемами.

Цель исследования — оценить влияние наночастиц серебра на общую численность бактерий чернозема обыкновенного.

В качестве объекта исследования был выбран чернозем обыкновенный (Haplic Chernozems Calcic). Для оценки экотоксичности наночастиц серебра использовали верхний слой почвы (0– 20 см). Исследование проводилось в лабораторных условиях. Дозы были рассчитаны исходя из фоновых концентраций серебра. Поскольку предельно допустимая концентрация (ПДК) серебра не установлена, его содержание можно выразить в виде условно допустимой концентрации (УДК), что для большинства тяжелых металлов составляет около трех-четырех фоновых концентраций в почве (Kolesnikov et al., 2019). Фоновое содержание серебра в черноземе обыкновенном составляет 0,303 мг/кг. Содержание серебра в почвах определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Соответственно, УДК приняли равной 1 мг/кг. Серебро вносили в почву в количестве 1,5, 3, 15, 30, 150 и 300 фоновых концентраций (0,5, 1, 5, 10, 50 и 100 мг/кг соответственно). Общую численность бактерий в почве определяли методом люминесцентной микроскопии, который является общепринятым в биологии почв (Казеев и др., 2016). Для проверки полученных данных на достоверность был проведен дисперсионный анализ с последующим определением наименьшей существенной разности (НСР).

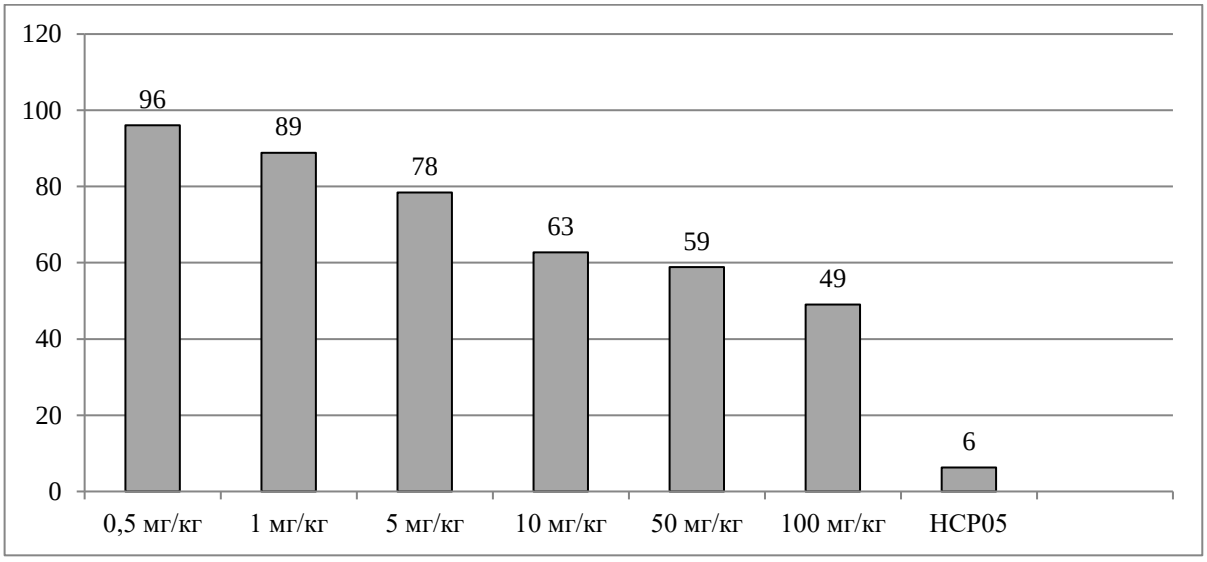


Рисунок 1. Изменение общей численности бактерий чернозема обыкновенного при загрязнении наночастицами серебра, % от контроля

Как видно из рисунка 1, при внесении в чернозем обыкновенный наночастиц серебра в количестве 0,5 мг/кг достоверного снижения общей численности бактерий не наблюдали. Концентрация 1 мг/кг наночастиц серебра снизила показатель общей численности бактерий на 11 % относительно контрольных значений. При внесении в почву наночастиц

серебра в количестве 5 мг/кг наблюдали снижение общей численности бактерий на 22 % относительно контрольных значений. Доза 10 мг/кг наночастиц серебра способствовала снижению общей численности бактерий чернозема обыкновенного на 37 % относительно значений до загрязнения. При внесении в чернозем обыкновенный наночастиц серебра в количестве 50 мг/кг зафиксировано снижение общей численности бактерий на 41 % относительно контрольных значений. Максимальное снижение общей численности бактерий на 51 % относительно контроля зафиксировано при дозе 100 мг/кг. Эффект экотоксичности нитрата серебра для общей численности бактерий зависел так же от дозы (Колесников и др., 2021; Kolesnikov, et al., 2020).

Ранее авторами так же был отмечен экотоксический эффект наночастиц серебра на почвенные бактерии (Carbone et al., 2016; Huang et al., 2018; Samarajeewa et al., 2017, 2019; Yan et al., 2020).

Исследование выполнено при государственной поддержке молодых российских ученых — кандидатов наук (грант Президента РФ МК-1168.2022.5).

Список литературы

1. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ.- 2016. - 356 с.
2. Колесников С.И., Цепина Н.И., Минникова Т.В., Судьина Л.В., Казеев К.Ш. Биодиагностика устойчивости почв юга России к загрязнению серебром // Юг России: экология, развитие. 2021. Т.16, N 1. С. 61-75. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-1-61-75
3.
4. Benn T.M., Westerhoff P. Nanoparticle silver released into water from commercially available sock fabrics // Environmental Science & Technology. 2008. V. 42. P. 4133-4139. doi: 10.1021/es7032718.
5. Carbone M., Donia D. T., Sabbatella G., Riccarda A. Silver nanoparticles in polymeric matrices for fresh food packaging // Journal of King Saud University Science. 2016. V. 28. № 4. P. 273–279.
6. Gottschalk F., Nowack B. The release of engineered nanomaterials to the environment // Journal of Environmental Monitoring. 2011. V. 13. P. 1145–1155. doi: 10.1039/c0em00547a.
7. Kaegi R., Sinnet B., Zuleeg S., Hagendorfer H., Mueller E., Vonbank R., Boller M., Burkhardt M. Release of silver nanoparticles from outdoor facades // Environmental Pollution. 2010. V. 158 P. 2900-2905. doi: 10.1016/j.envpol.2010.06.009.
8. Khanna V. K. “Nanomaterials and their Properties,” in Integrated Nanoelectronics. (New Delhi: Springer). 2016. P. 25–41.
9. Kolesnikov S.I., Kazeev K.Sh., Akimenko Yu.V. Development of regional standards for pollutants in the soil using biological parameters // Environmental Monitoring and Assessment. 2019. N 191. P. 544.
10. Kolesnikov S.I., Tsepina N.I., Sudina L.V., Minnikova T.V., Kazeev K.Sh. and Akimenko Yu.V. Silver Ecotoxicity Estimation by the Soil State Biological Indicators // Applied and Environmental Soil Science. Volume 2020, Article ID 1207210, 9 pages. https://doi.org/10.1155/2020/1207210
11. Nowack B., Ranville J.F., Diamond S., Gallego-Urrea J.A., Metcalfe C., Rose J., Horne N., Koelmans A.A., Klaine S.J. Potential scenarios for nanomaterial release and subsequent

alteration in the environment // Environmental Toxicology and Chemistry. 2012. V. 31. P. 50–59. doi:10.1002/etc.726
12. Pulit-Prociak J., Banach M. Silver nanoparticles–a material of the future…? // Open Chem. 2016. V. 14. P.76–91. doi: 10.1515/chem-2016-0005.
13. Samarajeewa A.D., Velicogna J.R., Princz J.I., Subasinghe R.M., Scroggins R.P., Beaudette L.A. Effect of silver nano-particles on soil microbial growth, activity and community diversity in a sandy loam soil // Environmental Pollution. 2017. Vol. 220. P. 504-513.
14. Samarajeewa A.D.,Velicogna J. R., Schwertfeger D. M., Jesmer A. H., Princz J. I., Subasinghe R. M., Scroggins R. P., Beaudette L.A. Effect of silver nanoparticle contaminated biosolids on the soil microbial community // NanoImpact. 2019. Vol. 14. 100157. doi:org/10.1016/j.impact.2019.100157.
15. Yan C., Huang J., Cao C., Li R., Ma Y., Wang Y. Effects of PVP-coated silver nanoparticles on enzyme activity, bacterial and archaeal community structure and function in a yellow-brown loam soil // Environmental Science and Pollution Research. 2020. V. 27. P. 8058–8070.

ПРОГНОЗЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РУССКОЙ РАВНИНЫ

Шентеров А.А.
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, Россия
Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletovs, Vladimir, Russia
e-mail: k.vlgu@yandex.ru

Аннотация. Достаточно долго, порядка последних трех десятков десятилетий научным сообществом многих стран мира ведется активная работа по обсуждению нарастающей глобальной проблемы изменения климатических условий планеты. Климатические изменения видны уже сегодня и на это указывает ряд многочисленных исследований, которые появляются в научных публикациях.

Abstract. For quite a long time, on the order of the last three decades, the scientific community of many countries of the world has been actively working to discuss the growing global problem of changing the climatic conditions of the planet. Climatic changes are already visible today and this is indicated by a number of numerous studies that appear in scientific publications.

Организованное международное объединение групп ученых, начавшее изучение проблемы климатических изменений, отмечает, что глобальная температура за последние десятки лет к 2005 году повысилась на в среднем на 0,8°С, тогда как скорость климатического прогрева за последние 50 десятилетий удвоилась по сравнению данных за последние сто лет (Анализ.., 2000).

Согласно ряду исследований установлено, что в настоящий период на территории России имеет место существенное изменение климатических условий, и ожидать тенденцию его снижения и остановки не имеет возможности (Тихомиров, 1968). Многие исследователи указывают на то, что в ближайшие 5-10 лет будет сохраняться тенденция нарастания климатических изменений, что подтверждается результатами исследований не только российских ученых, но и исследованиями ряда зарубежных специалистов.

Вполне серьезно можно утверждать, что уровень частоты и интенсивности экстремальных климатических и погодных явлений будет изменяться в течение всего периода 21 в.

Разные версии изменения климатических параметров позволяют прогнозировать и разрабатывать разные версии сценариев, по прогнозированию дальнейшего увеличения температуры приземного слоя воздуха для Северной Евразии в пределах 8°С в декабре-феврале и на 5,5°С в июне-августе к концу XXI в.

Произошедшее потепление вызвало увеличение температуры атмосферных слоев Земли и вод океана, сокращение снежных запасов и сокращение льдистого панцирного слоя, увеличение уровня моря, и в конечном итоге возрастания концентрации парниковых газов.

В настоящий период, среди основных факторов происходящего климатического потепления является изменение уровня концентрации парниковых газов в атмосферных слоях, что обусловлено антропогенным воздействием человеческой деятельности (Рагимов,2015). По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО), в настоящее период развития климатических изменений суммарное радиационное воздействие парниковых газов в сравнении с 90 гг. достигло индекса увеличения 1,23.

Наибольший вклад в возрастающее радиационное воздействие вносят выбросы углекислого газа, метана, закиси азота, фреонов и еще 10 других микрогазов (Bulygina,1998).

Концентрация парниковых газов в атмосфере в последние десятилетия растет такими темпами, какие еще никогда в природе не встречались.

Наибольшие аномалии температуры отмечаются в Северном полушарии, и особенно сильное потепление наблюдается в зимнее и весеннее время, в связи, с чем безморозные периоды удлиняются (Мазиров, 2017). Подобная перемена климата вызывает изменения вечной мерзлоты, гидрологических режимов, углеродного баланса, прямых и косвенных выделений теплоты в атмосферу, структуры облаков и осадков, а также радиационных воздействий.

В последние десятилетия на фоне повышения глобальной температуры и сокращения площади морского льда в Северном полушарии на территории России наблюдается увеличение высоты снежного покрова, как средней за зиму, так и максимальной. Среднемноголетнее максимальное накопление снега за зимний период в России отмечается на северо-востоке Европейской России, в Западной Сибири и на Камчатке, максимальная высота достигает 80 см. Проведенные исследования указывают на региональные особенности состояния и значительные изменения снежного покрова.

В последние десятилетия на фоне повышения глобальной температуры и сокращения площади морского льда в Северном полушарии на территории России наблюдается увеличение высоты снежного покрова, как средней за зиму, так и максимальной.

Следует иметь в виду, что мощность снежного покрова зависит не только от общей продолжительности периода с отрицательными температурами и интенсивности твердых осадков, но и от ветрового режима, условий погоды конкретного года (Комарова,2012).

Высота снежного покрова также зависит от высоты, плотности и распределения растительности. Снежный покров обеспечивает защиту растительности от экстремальных низких температур, а те, в свою очередь, снижают горизонтальное перераспределение снега. В результате мощность снега на участках, покрытых растительным покровом, больше, чем на открытых площадках. Снежный покров имеет ряд важных физических свойств, таких как низкая теплопроводность, шероховатость поверхности и др. Низкая теплопроводность снега позволяет изолировать поверхность от больших потерь энергии в зимний период, следовательно, изоляционный эффект оказывает сильное воздействие на темпы роста льда, его толщины и на развитие сезонных мерзлых грунтов и вечной мерзлоты. Возникновение снежного покрова связано с резким падением температуры воздуха. В основном это обусловлено значительным снижением поверхностного

энергетического баланса за счет высокой отражательной способности, что повышает и стабилизирует понижение температуры.

Температурный режим почвы является определяющим фактором глубины развития в зависимости от времени года сезонно-тало-мерзлого слоя. Почвенная температура - это ключевой фактор, контролирующий многие биотические и абиотические процессы, протекающие в почвах разных территорий. Низкие температуры замедляют рост микроорганизмов, их активность.

Так согласно ряду исследований установлено, что при температуре ниже нуля градусов многие виды микробиологического комплекса почв впадают в состояние подобного анабиозу, при этом сохраняя качества жизнеспособности, тогда как при малейшем повышении температуры почвенных слове выходят из состояния анабиоза и продолжают свое дальнейшее развитие.

Почва, исходя из своих глобальных и биогеоценологических свойств и функций, является неким базисным резервуаром, который регулирует скорость, масштаб и уровень направленности, миграционную составляющую трансформации минеральных и органических веществ.

Данные процессы формируются и протекают в условиях определенных климатических обстановок территорий. Климатические изменения, происходящие на определённой территории почвенного комплекса, постоянно влияют на биогеохимические циклы элементов и, в частности на биогеохимический круговорот азота.

Список литературы

1. Bulygina O. N. Climate variations and changes in climate extreme events in Russia / O. N. Bulygina, V. N. Razuvaev, N. N. Korshunova, N. V. Schvets // Proceedings of the Second European Conference on Applied Climatology, Vienna, Austria, 19¬23 October. - 1998. - P. 168
2. Анализ изменчивости климата на территории России в последние десятилетия / О. Н. Булыгина, Н. Н. Коршунова, В. Н. Кузнецова, В. Н. Разуваев, Л. Т. Трофименко // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. - 2000. - Вып. 167. - С. 3-15
3. Комарова Н.А., Рагимов А.О. Экспозиция рельефа, как фактор распределения элементов питания по земельному участку на примере дерново- подзолистой супесчаной почвы // Отраслевые аспекты технических наук. 2012. № 4 (16). С. 35-36
4. Мазиров М.А., Рагимов А.О., Зунимаймайти А. Агроэкологический мониторинг почвенного плодородия Владимирской области // В сборнике: Агрохимикаты в XXI веке: теория и практика применения. материалы международной научно-практической конференции. 2017. С. 250-252.
5. Рагимов А.О. Основной элементный состав плодородия почвы // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы. XI Международная научно-практическая конференция: сборник статей. 2015. С. 126-128.
6. Тихомиров, И.И. Биоклиматология Центральной Антарктиды и акклиматизация человека / И.И. Тихомиров. - М. : Наука, 1968. - 199 с.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ БИОГУМУСА И ЕГО РОЛЬ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Шентеров А.А.
Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, Владимир, Россия
Vladimir State University named after A. G. and N. G. Stoletovs, Vladimir, Russia
e-mail: k.vlgu@yandex.ru

Аннотация. Без внесения удобрений в почву просто невозможно обойтись. Это происходит из-за постоянного выращивания культур на одном и том же месте, что приводит к почвенному истощению: почва теряет свои свойства и становится менее плодородной.

Abstract. It is simply impossible to do without fertilizing the soil. This is due to the constant cultivation of crops in the same place, which leads to soil depletion: the soil loses its properties and becomes less fertile.

Для оздоровления и плодородия почвы лучше всего использовать такую органику, как биогумус (Рагимов, 2015,). Вермикомпост, или биогумус - новое, высококачественное, органическое удобрение, которое получают в результате переработки органических веществ в почве (навоза, растительных остатков, опилок, соломы, опавших листьев, остатков силоса, сена, отходов различной промышленности, коммунального хозяйства, птичьего помета и т.д.) Красными Калифорнийскими червями (Ненайденко,2002).

Любые биоорганические отходы перерабатываются червями с последующим выделением в грунт копролитов, которые представляют собой биогумус - форма органики, более подходящей для поглощения растениями.

Копролиты выглядят как не очень большие комочки круглой или удлиненной формы размером 1-5 мм, которые склеены слизью, из-за чего имеют прочную структуру.

Гуминовые компоненты копролитов не просто питают землю, они усиливают естественные процессы почвообразования во много раз. Мгновенно улучшается структура грунта.

В отличие от навоза, биогумус не вызывает нареканий на неприятный запах и раздражающее действие на рассаду (Макарычев,2004).

Исходя из того, что биогумус содержит массу полезных веществ, его применяют ко всем сельскохозяйственным культурам, но особенно принято применять его к тем культурам, которые остро нуждаются в питательных веществах с высокой концентрацией, сбалансированных по химическому составу, равновесного действия элементов питания (Мазиров,2019).

Обычно биогумус вносят во время перекопки, вспашки. Удобрение подходит для всех видов растений и почв, а применяется и на открытых грядках, и в теплицах, и для комнатных растений. Вносить биогумус можно в любой сезон, ему не страшны сырость и холод (Комарова,2012).

Необходимо отметить тот факт, что биогумус не требует особенных мер предосторожности, так как это удобрение абсолютно не ядовито, но, однако, стоит все-таки помнить о мерах безопасности и надевать перчатки, а после работы с препаратом рекомендуется мыть руки качественными очищающими средствами (Николаев,2015). Биогумус сохраняет свойства даже после высыхания, разморозки и заморозки.

Жидкий биогумус делает грунт более структурным, оказывает на него противомикробный эффект, угнетая при этом работу патогенов и вредных бактерий в почве, а также является стимулятором роста растений, помогая активнее усваивать из

почвы вещества, которые, в отсутствие биогумуса, трудно растворяются и значительно хуже усваиваются. Такая форма удобрения благоприятно влияет на иммунную систему растения, повышая ее, а также помогает растениям бороться с серьезными различными заболеваниями (разнообразные формы гнили, мучнистая роса и др.), которые способны уничтожить большую часть урожая.

Жидкий биогумус довольно хорошо воздействует на растения в открытом грунте, помогая им противостоять изменениям погодных условий.

Качество плодов и их вкус при использовании жидкого биогумуса абсолютно не страдают. В процессе применения жидкого удобрения растения лучше усваивают питательные вещества, а, следовательно, в плодах растет количество различных витаминов, растительного сахара и белка. При всем этом на растение не оказывается сомнительного воздействия, которое происходит при использовании химических препаратов.

Итак, благодаря насыщенному составу, биогумус благотворно влияет на растения и их рост следующим образом:

1. Питательные вещества, поступающие за счёт внесения препарата, не вымываются и имеют пролонгированное действие;
2. Макроэлементы и микроэлементы оказываются в поверхностном слое земли в доступной, легкоусвояемой форме для представителей флоры;
3. Благотворно влияет на формирование оптимальной, комфортной для вегетации среды, содержит стимуляторы роста в естественном виде;
4. Уменьшает стресс при пикировке сеянцев, препятствует накоплению в растениях нитратов;
5. Защищает культуры от интоксикации тяжелыми металлами, уменьшает концентрацию нитратов, содержание радионуклидов;
6. Стимулирует цветение и рост растений, а также развитие корневой системы, ускоряет прорастание семян, ускоряет созревание плодов;
7. Повышает иммунитет растений к различным заболеваниям, повышает вкусовые качества растения и урожайность.

Биогумусом невозможно перенасытить почвы. Большое количество удобрения только положительно сказывается на состоянии почвы и любых культур. Растение само берет столько питательных вещества, сколько нужно. Вывод напрашивается сам собой: минусов у биогумуса при его использовании абсолютно никаких нет.

Список литературы

1. Комарова Н.А., Рагимов А.О. Экспозиция рельефа, как фактор распределения элементов питания по земельному участку на примере дерново- подзолистой супесчаной почвы // Отраслевые аспекты технических наук. 2012. № 4 (16). С. 35-36
2. Мазиров М.А., Рагимов А.О. Физические свойства серых лесных почв Владимирского Ополья // В сб.: Сборник тезисов по итогам Профессорского форума 2019 «Наука. Образование. Регионы». - Москва, 2019. - С. 121-122.
3. Макарычев С.В., Мазиров М.А. Теплофизические основы мелиорации почв: учеб. пособие / С. В. Макарычев, М. А. Мазиров. - М.: [б. и.], 2004. - 287 с.
4. Ненайденко Г.Н., Мазиров М.А. Плодородие и эффективное применение удобрений в агроценозах Верхневолжья // Монография. ФГБНУ Владимирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Владимир, 2002. - 290 с.

5. Николаев В.А., Мазиров М.А., Зинченко С.И. Влияние разных способов обработки на агрофизические свойства и структурное состояние почвы // Земледелие. 2015. №5. - С. 18-20.
6. Рагимов А.О., Мазиров М.А., Зинченко С.И. Экологическая оценка почвенного и снежного покрова Владимирской области // АгроЭкоИнфо. 2015. № 1 (17). - С. 2.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ НИЗКОГОРИЙ АДЫГЕИ ПОСЛЕ СВЕДЕНИЯ ЛЕСА

Шхапавцев А.К.[1], Казеев К.Ш.[2]
[1] Майкопский государственный технологический университет, г. Майкоп, Россия
[2] Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
kamil_kazeev@mail.ru

BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOILS IN THE LOW MOUNTAINS OF ADYGEA AFTER DEFORESTATION

Shkhapavtsev A.K. [1], Kazeev K.Sh. [2]
[1] Maykop State Technological University, Maykop, Russian Federation
[2] Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation
kamil_kazeev@mail.ru

Аннотация. Проведены исследования экологического состояния лесных почв низкогорий Республики Адыгея. Объектами исследований были участки вырубок возрастом 10–40 лет. Применение комплексных исследований с использованием методов биологической диагностики показало, в целом, повышенную устойчивость к деградации в результате рубки леса почв низкогорий (серых лесных и лесостепных) по сравнению с почвами среднегорий Адыгеи (буроземов и дерново-карбонатных почв). Основным фактором деградации почв вырубок после сведения леса в условиях горного рельефа является эрозия, уничтожающая верхний слой почв с максимальной биологической активностью. Установлена тенденция к восстановлению биологической активности нарушенных рубками почв с течением времени. Полного восстановления биологической активности не происходит даже через 40 лет после сведения леса.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, экологическое состояние, мониторинг, биологическая диагностика.

Abstract. Studies of the ecological state of forest soils in the low mountains of the Republic of Adygea have been carried out. The objects of research were areas of clearings aged 10–40 years. The use of complex studies using biological diagnostic methods showed, in general, an increased resistance to degradation as a result of logging in low-mountain soils (Greyic Phaeozem Vertic and Greyic Phaeozem Eutric) compared to soils in the middle mountains of Adygea (Chromic Cambisols and Rendzic Leptosols). The main factor of soil degradation in clearings after deforestation in mountainous terrain is erosion, which destroys the top layer of soils with maximum biological activity. A tendency to restoration of the biological activity of soils disturbed by cuttings over time has been established. A complete restoration of biological activity does not occur even 40 years after the deforestation.

Keywords: anthropogenic impact, ecological condition, monitoring, North-West Caucasus, biological diagnosis.

Почвы являются важным компонентом наземных экосистем, определяющим их продуктивность. В предгорной и горной зонах юга Европейской территории России почвы

подвергаются значительному воздействию в результате их интенсивного использования. Зональными почвами горных территорий Западного Кавказа являются серые и бурые лесные почвы, а также серые лесостепные и дерново-карбонатные почвы (Вальков и др., 2008). Антропогенное воздействие, особенно сведение лесов, приводит к деградации природных экосистем и почвенного покрова. Экологическое состояние послелесных почв Западного Кавказа значительно отличается от природных ненарушенных почв (Тер-Мисакянц и др., 2013; Солдатов и др., 2020а,б). При диагностике плодородия и качества почв хорошо показали методы почвенной энзимологии (Sinsabaugh et al., 2008; Luo et al., 2017; Thiele-Bruhn et al., 2020). Эти методы хорошо зарекомендовали себя на юге России при оценке на экологическое состояние почв агрогенного воздействия (Даденко и др., 2014; Мокриков и др., 2017; Azarenko et al., 2020; Kazeev et al., 2020б) и пожаров (Kazeev et al., 2019; 2020а; Вилкова и др., 2022). Целью представленной работы была оценка биологической активности почв низкогорий Западного Кавказа после сведения лесов в зависимости от их генезиса и возраста вырубок.

Объекты исследований

Исследуемая территория расположена в окрестности станицы Даховской Майкопского района Республики Адыгея. Три участка широколиственных лесов исследовали на высотах 500-675 метров над уровнем моря. На участке №1 на высоте 540 метров над уровнем моря контроль представлен дубово-грабовым лесом со слабовыраженным подростом. Почва– серая лесостепная тяжелосуглинистая на элювии галечников (по классификации WRB – Greyic Phaeozem Vertic).

Участок №2 находится на склонах хребта Уна-Коз и горы Гуд в недалеко от слияния рек Дах и Белая. На этой территории были исследованы несколько послелесных площадок на разных стадиях восстановительной сукцессии через 10-40 лет после сведения леса. Контрольный дубово-грабовый лес имеет возраст 250-300 лет. Почва – серая лесная остаточно-карбонатная выщелоченная тяжелосуглинистая на элювии известняков (по классификации WRB – Greyic Phaeozem Eutric). Так как эти почвы сформированы на известняках, они в своем генезисе и свойствах близки к рендзинам – дерново-карбонатным почвам (по классификации почв России 2004 – карболитоземы темногумусовые, по классификации WRB – Rendzic Leptosols), широко распространенным на карбонатных породах Севере-Западного Кавказа (Вальков и др., 2008). В некоторых случаях эти почвы могут граничить друг с другом, образуя почвенные комбинации (Вальков и др., 2007).

Третий участок расположен на выровненной террасе высотой около 500 метров над уровнем моря вблизи впадения реки Сюк в Белую. Контрольный участок представляет из себя дубово-кленово-ясеневый лес. Почва данного участка - серая лесная тяжелосуглинистая на галечниковых отложениях. На вырубке рядом почва деградировала в результате развития эрозионных процессов, которые резко усилились после сведения леса. В результате почва данной территории – серая лесная смытая сильнокаменистая.

Методы исследований

На каждом из исследуемых участков были заложены разрезы и прикопки, отобрано по 3 почвенных образца из верхнего слоя почв (0-10см) и по одному образцу из нижележащих горизонтов. Были исследованы температура, влажность, плотность сложения почв, содержание гумуса и активного углерода, численность микроорганизмов и водорослей, интенсивность выделения почвой углекислого газа, ферментативная активность и другие показатели (Казеев и др., 2016). Для определения различий в уровне биогенности и биологической активности разных почв определяли интегральный показатель биологического состояния (ИПБС) почвы. Этот показатель оценивает совокупность биологических показателей, выраженных в разных единицах, и позволяет нивелировать случайные колебания, характерные для большинства биологических

параметров (Kazeev et al., 2015; Казеев и др., 2016). Для расчета ИПБС за 100% принимается максимальное значение каждого из показателей и по отношению к нему в процентах выражается значение этого же показателя в остальных образцах. Статистическая обработка результатов исследования проведена с использованием программ Statistica 10.0 и MS Excel.

Результаты исследований

Почва контрольного участка №1 характеризуется высоким содержанием органического вещества в верхнем горизонте, нейтральной реакцией среды, тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, средней биологической активностью. В первые несколько лет после рубки леса не было зафиксировано значительного превышения плотности сложения почвы относительно контрольного участка. В 2014 году было зафиксировано увеличение значений показателя на 10-15%. Более высокие температуры на участке вырубки были связаны с открытостью участка, не защищённого тенью древостоя. Спустя 10 лет после сведения леса физические параметры почвы практически восстановились до контрольных. Видовой состав флоры на участке вырубки представлен древесно-кустарниковой растительностью (высота деревьев 8-10 м) с пологом из луговой злаково-разнотравной растительностью высотой 50-100см и 100-процентным проективным покрытием. В 2019 г. на части зарастающей вырубки был повторно вырублен и оставлен на месте подрост деревьев.

Эколого-биологические параметры серых лесостепных почв на разных участках вырубки значительно различались. Реакция почвенной среды не сильно варьировала на разных участках. Превышение pH почвы на вырубке составляло менее 5%. Динамика активности почвенных ферментов также различна в течение первых лет после вырубки леса. Активность каталазы изменяется с такими же закономерностями, как и для активности инвертазы. Для обоих ферментов выявлен одинаковый характер динамики. Высокая степень нарушения приводит к значительному повышению значений практически без тренда к восстановлению для активности каталазы, активность инвертазы приближается к контрольным значениям. Активность дегидрогеназ варьируют в значительно меньших пределах, чем активность каталазы и инвертазы. Однако за время наблюдения за вырубкой замечена динамика понижения активности относительно контрольного участка.

Значения ИПБС, рассчитанные по 10 показателям в почвах участка №1, расположенных на серой лесостепной почве, гораздо меньше различаются по сравнению с дерново-карбонатными почвами, которые при рубке леса могут значительно деградировать (Казеев и др., 2012, 2013; Тер-Мисакянц и др., 2013; Солдатов и др., 2020а). Наибольшее расхождение отмечено для почв контрольного леса и заросшей вырубки. Здесь значения ИПБС на контроле на 23% выше, чем на вырубке. Однако после повторного сведения подроста на этой же вырубке значения ИПБС практически не различаются с контролем (всего –2%). Это связано с усилением инсоляции на оголенном участке вырубке, повышением температуры, интенсивным развитием луговой злаково-разнотравной растительности. Кроме того, повышается содержание карбонатов кальция, pH, плотность сложения и влажность почв. Разные биологические показатели на этом участке вели себя по-разному. Например, содержание гумуса и активного углерода на обоих участках вырубки уменьшается на 4-23% и 11-28% относительно контрольных значений. Также снижается численность бактерий (на 19-10%), активность уреазы (на 10-75%) и пероксидазы (на 48-44%). Однако увеличивается активность каталазы – на 13-41%. Другие показатели ведут себя разнонаправленно в зависимости от типа растительности на повторно вырубленном и заросшем участках вырубки.

На участке №2 контрольная почва под лесом содержит 9,7% гумуса при нейтральной реакции среды и высокой степени насыщенности основаниями. Такие благоприятные условия в почвах формируются в результате близости карбонатных почвообразующих пород. Поэтому содержание гумуса и биологические свойства в этой почве слабо снижаются вниз по профилю, что характерно для дерново-карбонатных почв исследуемого региона (Вальков и др., 2007, 2008). Контрольная почва характеризуется высоким уровнем каталазы, фосфатазы и инвертазы, значения которых, как и содержание гумуса, значительно уменьшаются в нарушенных рубками почвами. Такую же закономерность отметили и на участке №3. Здесь содержание гумуса снижается с 9,0% в контрольной почве до 4,7% в смытой почве вырубки. Кроме того, на участке №3 снижается степень насыщения почвы основаниями и реакция среды. Это происходит в результате смыва поверхностного слоя почвы на вырубке после сведения леса. В результате уменьшается и биологическая активность, особенно активность уреазы (в 2,5 раза) и дегидрогеназ (в 4 раза). На почвах участка №2 снижение активности ферментов было выражено в меньшей степени.

Значения ИПБС в почвах участков №2 и 3 максимальны на контрольных площадках (рис.2). Сведение леса привело к уменьшению значений интегрального показателя. На участке №2 выявлено постепенное увеличение значений ИПБС по мере повышения возраста с момента сведения леса. Меньшая разница ИПБС отмечена для почвы с 40-летним возрастом, максимальное расхождение выявлено для почвы территории с 10-12 летним возрастом. На участке №3 произошло почти двукратное снижение значений ИПБС в почве вырубки по сравнению с контрольным участком леса.

Заключение

Биологическая активность почв низкогорий Северо-Западного Кавказа (серых лесных и лесостепных) значительно изменяется после сведения лесов. По мере увеличения возраста вырубок биологическая активность почв закономерно восстанавливается. Однако возврата до исходных значений биологической активности не происходит и за 40 лет восстановительной сукцессии. Основным деградационным фактором, снижающим биологическую активность, является эрозия, развивающаяся на склоновых территориях после сведения леса.

Исследования проведены при финансовой поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2511.2020.11, НШ-449.2022.5).

Список литературы

1. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Кутровский М.А. Почвообразование на известняках и мергелях. Ростов н/Д: ЗАО «Ростиздат», 2007. 198 с.
2. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы юга России: генезис, география, классификация, использование и охрана. Ростов-на-Дону: Изд-во «Эверест». 2008. 276 с.
3. Вилкова В.В., Казеев К.Ш., Шхапацев А.К., Колесников С.И. Реакция ферментативной активности почв ксерофитных лесов черноморского побережья Кавказа на пирогенное воздействие // Аридные экосистемы, 2022, Т. 28, № 1 (90). С. 107-114.
4. Даденко Е.В., Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню // Почвоведение. 2014. №6. С. 724-733.
5. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. 356 с.

6. Казеев К.Ш., Тер-Мисакянц Т.А., Колесников С.И., Козунь Ю.С. Биодиагностика экологического состояния почв Западного Кавказа после вырубки леса // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. Т.15. №3(5). С. 1299-1301.
7. Казеев К.Ш., Тер-Мисакянц Т.А., Кузнецова Ю.С., Поляков А.И., Кутузова И.В., Мазанко М.С., Прудникова М.В., Колесников С.И. Влияние вырубки леса на биологические свойства горных почв Западного Кавказа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар: КубГАУ, 2012. №08(82). С. 1059-1069.
8. Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Акименко Ю.В., Колесников С.И. Влияние технологии прямого посева на эколого-биологические свойства черноземов // Известия Высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. 2017. №2. С.68-74.
9. Солдатов В.П., Шхапацев А.К., Казеев К.Ш., Азаренко М.А., Колесников С.И. Ферментативная активность и содержание гумуса в послелесных почвах Адыгеи // АгроЭкоИнфо. 2020а. №3. С. 1-20. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/3/st_308.pdf.
10. Солдатов В.П., Шхапацев А.К., Казеев К.Ш., Харитонова Т.Д., Казеев Д.К, Колесников С.И. Динамика изменения активности ферментов в почвах Адыгеи с разной степенью нарушения после сведения леса // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2020б. №4. С.105-111.
11. Тер-Мисакянц Т.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Деградация дерново-карбонатных почв Западного Кавказа в результате вырубки леса. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2013. 108 с.
12. Azarenko (Myasnikova) M.A., Kazeev K. Sh., Yermolayeva O.Yu., Kolesnikov S.I. Change of vegetation cover and biological properties of chernozems in the postagrogenic period // Eurasian Soil Science. 2020, Vol. 53, №11. P. 1645-1654.
13. Kazeev K.Sh., Kozun Yu.S., Kolesnikov S.I. Applying an integral index to evaluate the spatial differentiation of biological properties of soils along an aridity gradient in the south of Russia // Contemporary problems of ecology. 2015. Vol.8. P.91-98.
14. Kazeev K.Sh., Odabashian M.Yu., Trushkov A.V., and Kolesnikov S.I. Assessment of the Influence of Pyrogenic Factors on the Biological Properties of Chernozems // Eurasian Soil Science. 2020a. Vol. 53. №11. P. 1610–1619.
15. Kazeev K.Sh., Poltoratskaya T.A., Yakimova A.S., Odobashyan M.Yu., Shkhapatsev A.K., Kolesnikov S.I. Post-fire changes in the biological properties of the brown soils in the Utrish state nature reserve (Russia) // Nature Conservation Research. Заповедная наука 2019. 4(Suppl.1): 93–104.
16. Kazeev K.Sh., Trushkov A.V., Odabashian M.Yu. and Kolesnikov S.I. Postagrogenic Changes in the Enzyme Activity and Organic Carbon Content in Chernozem during the First Three Years of Fallow Regime // Eurasian Soil Science. 2020б. Vol. 53. №7. P. 995-1003.
17. Luo L., Meng H., Gu J.D. Microbial extracellular enzymes in biogeochemical cycling of ecosystems // Journal of Environmental Management. 2017. V.197, №15. P. 539-549.
18. Sinsabaugh R.L., Lauber C.L., Weintraub M.N., Ahmed B., Allison S.D., Crenshaw C., Contosta A.R., Cusack D., Frey S., Gallo M.E., Gartner T.B., Hobbie S.E., Holland K., Keeler B.L., Powers J.S., Stursova M., Takacs-Vesbach C., Waldrop M.P., Wallenstein M.D., Zak D.R., Zeglin L.H. Stoichiometry of soil enzyme activity at global scale // Ecology Letters. 2008. V.11. P. 1252-1264.
19. Thiele-Bruhn S., Schloter M., Wilke B.-M., Beaudette L. A., Martin-Laurent F., Cheviron N., Mougin C., Römbke J. Identification of new microbial functional standards for soil quality assessment // SOIL. 2020. V.6. P. 17-34.

Секция №7.

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ

}

ПОТЕНЦИАЛ ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА «ЦАРСТВО РАСТЕНИЙ» ШКОЛЬНОГО КУРСА БИОЛОГИИ В ДОСТИЖЕНИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Абрашкина А.В.[1], Митина Е.Г.[1]
[1]ФГБОУ ВО «Мурманский арктический государственный университет», г.Мурманск, Россия
sascha_s1996@mail.ru

THE POTENTIALITY OF STUDYING PLANTS IN SCHOOL BIOLOGY FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS OF THE ARCTIC AREA

Abrashkina A.V.[1], Mitina E.G.[1]
[1]Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia
sascha_s1996@mail.ru

Аннотация. Устойчивое развитие любого региона, высокое качество жизни и здоровье населения могут быть обеспечены только при условии сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды. В статье рассматривается содержание раздела «Царство Растения» в школьном курсе биологии в контексте целей устойчивого развития Арктических территорий. Результаты анализа литературы и нормативных документов показали, что важнейшим условием достижения целей устойчивого развития Арктического региона является система образования, ориентированная на формирование представлений о гармоничном взаимодействии человека, общества и природы, становление экоцентрического мировоззрения обучающихся. Для адаптации изучаемых тем к Арктической тематике возможно проведение ориентированных на цели устойчивого развития лабораторных, проектных или исследовательских работ в процессе изучения школьного курса биологии.

Ключевые слова: устойчивое развитие, растения, Арктическая территория, устойчивое развитие Арктики, школьная биология, образование, учебная программа.

Abstract. Abstract. Sustainable development in any region, high standards of living and the health of the population can be ensured only if natural systems are preserved and appropriate environmental quality is maintained. The article considers the content of the section "The Kingdom of Plant" in the school biology course in the context of the sustainable development goals of the Arctic areas. The analysis of literature and normative documents has shown that the most important condition for achieving the goals of sustainable development of the Arctic region is the education system, which is aimed at forming visions of harmonious interaction between man, society and nature, the formation of ecocentric worldview of students. In order to adapt the topics to the Arctic themes, it is possible to carry out laboratory, project or research works focused on the goals of sustainable development in the course of school biology course.

Keywords: sustainable development, plants, Arctic area, Arctic sustainable development, school biology, education, curriculum.

Устойчивое развитие любого региона, высокое качество жизни и здоровье населения могут быть обеспечены только при условии сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды **(**Цели в области устойчивого развития**).**

Арктический регион подвержен сильному антропогенному воздействию и сталкивается с многочисленными проблемами: экономическими, климатическими, экологическими, культурными, социальными и образовательными. Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации рекомендуется проведение мер по

предотвращению негативных экологических последствий при освоении природных ресурсов, в ней было обращено внимание (О стратегии развития Арктической зоны…) на необходимость разработки регионального подхода в сохранении биоты и экосистем Арктики, в том числе представителей флоры, что диктуется и задачами ее устойчивого развития. Здесь общепринятые меры территориальной и покровительственной охраны природы не подходят по причине низкой устойчивости и высокой уязвимости арктической биоты. Рекультивация нарушенных земель и восстановление растительного покрова практически невозможна из-за активизации криогенных процессов и дороговизны восстановительных работ. Все эти проблемы требуют новых взглядов на образование для устойчивого развития Арктики. При этом важно расширять знания и понимание особенностей биологии и экологии растений Арктических районов. В арктическую зону Российской Федерации входят территории Мурманской области, Ненецкого, Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов, Республики Коми, нескольких районов Республики Саха (Якутия) и другие территории.

Одним из важнейших условий достижения целей устойчивого развития Арктического региона является система образования, ориентированная на формирование представлений о гармоничном взаимодействии человека, общества и природы, становление экоцентрического мировоззрения обучающихся. В ФГОС утвержденном приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 31 мая 2021 г. № 287 указано, что личностные результаты освоения программы основного общего образования должны отражать готовность обучающихся «оперировать терминами и представлениями в области концепции устойчивого развития».

Курс биологии, содержание которого включает знания о многообразии природы и роли человека в ней, играет в этом ведущую роль среди всех школьных предметов. В данной статье рассмотрим вклад изучения раздела «Царство растения» в достижение пятнадцатой цели УР «Защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия» **(**Цели в области устойчивого развития**).**

Вместе с этим основы «познавательного интереса и бережного отношения к природе» (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. N 1897) закладываются уже в начальной школе. Новый ФГОС с 1 сентября 2022 года устанавливает требования к результатам экологического воспитания младших школьников: «бережное отношение к природе; неприятие действий, приносящих ей вред». С сентября 2022 в начальной школе предметные результаты по учебному предмету «Окружающий мир» должны обеспечивать: сформированность уважительного отношения к природе», первоначальные представления о природных объектах как компонентах единого мира, о многообразии объектов и явлений природы», «приобретение опыта положительного эмоционально-ценностного отношения к природе» (Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287).

Обучающиеся 1 класса изучают в разделе «Человек и природа» (37 ч) темы «Растения ближайшего окружения (узнавание, называние, краткое описание). Лиственные и хвойные растения…». В конце первого года обучения в начальной школе результатом обучения является умение «применять правила ухода за комнатными растениями». Во 2 классе растения изучают в рамках тем «Многообразие растений. Деревья, кустарники, травы. ….» (Примерная рабочая программа начального общего образования по окружающему миру). Для выполнения требований стандартов на примере достижения целей УР в Арктическом регионе обучающиеся начальной школы могут включаться в проектную и

исследовательскую деятельность в рамках тем «Растения Арктики» или «Экосистема Арктики и человек».

В результате обучения на начальной школе формируются познавательные универсальные учебные действия (далее – УУД): «группировать растения: дикорастущие и культурные; лекарственные и ядовитые (в пределах изученного)» и коммуникативные: «создавать высказывания-рассуждения (например, признаки животного и растения как живого существа; связь изменений в живой природе с явлениями неживой природы» (Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287).

Для достижения рассматриваемой выше цели УР, применимой к российской Арктике, для формирования этих УУД можно предложить задание «Выделить из предложенного списка культурные и дикорастущие растения на территории города, расположенного в Арктической зоне», назвать представителей ядовитых растений Арктической тундры, произрастающих в Мурманской области, составить эссе на тему «Влияние сезонных изменений на растительность Арктических территорий».

На ступени основного общего образования с 5 по 9 класс у обучающихся формируются основы экологической грамотности, а именно «осознание необходимости действий по сохранению биоразнообразия и природных местообитаний видов растений … » и «выращивание и размножение культурных растений … , ухода за ними» (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. N 1897). В ФГОС, утвержденном в 2021 году, предметные результаты по биологии базового уровня должны обеспечивать: «умение характеризовать основные группы организмов в системе органического мира (в том числе вирусы, бактерии, растения, грибы, животные): их происхождение, значение в природе и жизни человека» и «овладение приемами выращивания культурных растений». В результате освоения программы на углубленном уровне предметные результаты должны обеспечивать «умение свободно оперировать знаниями физиологии растений, характеризовать основные этапы онтогенеза растений» и «умение свободно оперировать знаниями о причинах распространенных болезней растений; понимание принципов борьбы с патогенами и вредителями растений» (Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287).

Анализ Примерной программы школьного курса биологии показал, что содержание разделов 5,6 и 7 классов так же включает темы, изучение которых, по нашему мнению, содействует достижению цели УР «…прекращение процесса утраты биоразнообразия». Так, в 5 классе сюда можно отнести разделы «Организмы — тела живой природы», «Природные сообщества», «Организмы и среда обитания», в 6 классе – раздел «Растительный организм», в 7 классе раздел «Систематические группы растений». По нашему мнению, основные понятия, связанные с 15 целью устойчивого развития и развитием Арктических территорий, в рамках изучения этих тем следующие: «Жизнедеятельность организмов», «Среда обитания», «Эволюционное развитие», «Культурные растения» «Земледелие», «Природные зоны Земли».

В содержание уроков в 7 классе по теме «Жизнедеятельность организмов» можно включить примеры адаптации растений к экстремальным условиям Арктики (например, миниатюризм, стланниковые формы, флагообразность крон и пр.). В 9 классе целесообразно провести урок-дискуссию «Экосистема Арктики: спасём или потеряем», где обучающиеся предложат возможные пути устойчивого развития данных территорий. Примером адаптации темы «Условия прорастания семян» в 7 классе к Арктической тематике может быть модификация лабораторной работы по изучению всхожести семян или выполнение проекта: «Фактор солености в прорастании семян прибрежных Арктических растений».

Ценностно-смысловая сфера — это функциональная система, формирующая смыслы и цели жизнедеятельности человека и регулирующая способы их достижения. В биологии ценностные ориентации представлены в личностных результатах обучения: «понимание учащимися ценности здорового и безопасного образа жизни», «признание учащихся ценности жизни во всех её проявлениях и необходимости ответственного, бережного отношения к окружающей среде», «Осознание жизни как великой ценности», «готовность оценивать поведение и поступки с позиции нравственных норм и норм экологической культуры». Важную роль играет такой результат как: «готовность к участию в практической деятельности экологической направленности» и «планирование действий в новой ситуации на основании знаний биологических закономерностей».

В процессе проведения уроков биологии формируются убеждения в необходимости соблюдения мер безопасности при отдыхе в лесу и обучение способам распознания опасных растений. Всех этих результатов возможно достичь работая в плотном взаимодействии с природой Арктических территорий и используя различные активные методы обучения. Например, проведение дискуссий на уроках, решение ситуационных задач или проведение игр для закрепления полученных знаний.

Таким образом, содержание раздела «Царство Растений» имеет потенциал в достижении целей устойчивого развития Арктических территорий и может быть ориентировано на сохранение биоразнообразия Арктических экосистем.

Список литературы

1. Цели в области устойчивого развития/Организация Объединенных Наций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/, свободный. – (дата обращения: 21.01.2022).
2. О стратегии развития Арктической зоны Российской федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года: указ президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1418757/, свободный. – (дата обращения: 21.01.2022).
3. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. N 1897 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/ 401333920/, свободный. – (дата обращения: 21.01.2022).
4. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401333920/, свободный. – (дата обращения: 21.01.2022).
5. Примерная рабочая программа основного общего образования по биологии (5-9 классы) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://instrao.ru/ свободный. – (дата обращения: 01.10.2021)
6. Примерная рабочая программа начального общего образования по окружающему миру (для 1–4 классов образовательных организаций) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://instrao.ru/ свободный. – (дата обращения: 01.10.2021)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ, ИХ СИСТЕМА И РАЗВИТИЕ В ХОДЕ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА БИОЛОГИИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

Белякова Е.И.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
estdek@mail.ru

ENVIRONMENTAL KNOWLEDGE, THEIR SYSTEM AND DEVELOPMENT DURING THE STUDY OF THE COURSE OF BIOLOGY AT THE BASIC SCHOOL

Belyakova E.I.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
estdek@mail.ru

Аннотация. в работе описываются методические условия формирования экологического понятийного аппарата в школьном курсе биологии; показана роль современных форм и методов организации процесса предметного обучения, которые могут способствовать эффективности усвоения учащимися экологических понятий и их систем

Ключевые слова: школьный курс биологии, экологические понятия и их формирование.

Abstract. the work outlines the methodological conditions for the formation of the ecological conceptual apparatus in the school course of biology; shows the role of modern forms and methods of organizing the process of subject learning, which can contribute to the effectiveness of students' assimilation of ecological concepts and their systems

Keywords: school course in biology, environmental concepts and their formation.

В современном сложном, разнообразном, динамическом и в то же время полном противоречий обществе проблемы окружающей среды, т.е. экологическое проблемы, приобрели глобальный масштаб. В этих условиях единение окружающей людей природы и человеческого общества, как такового, стали своеобразным фундаментом для развития последнего. Только эффективное сосуществование людей с окружающей их природной средой может обеспечить в дальнейшем совершенствование современного мира.

Нынешний этап развития сообщества людей характеризуется тем, что для большей части организмов среда их обитания является сильно модифицированной в результате влияния на нее различных по своей сути видов человеческой деятельности. Поэтому взаимоотношения с факторами подобной природной среды организмов требуют от них адаптации к тем или иным проявлениям антропогенного воздействия. Иными словами, в сегодняшние дни – в начале двадцать первого века – экология из «науки о жилище и местообитании» превратилась в некую ярко выраженную интегрированную дисциплину. Она объединяет в себе явления биологические и физические, устанавливает тесные связи между научными знаниями естественной, общественной и технической направленности. При этом экологическая наука выступает как своего рода теоретическое основание поведения в природе человека индустриального и постиндустриального общества, который, преобразуя ее, может использовать для удовлетворения собственных потребностей те или иные природные ресурсы.

Чтобы вывести планету и социум из того часто непростого состояния, в котором они сейчас находятся благодаря деятельности человека, необходимы новые знания, новая система ценностных ориентиров, норм и правил поведения в природе. Причем, бесспорно, формировать и закладывать все это необходимо с детства. Подрастающее поколение страны нужно учить существовать в условиях гармонизации с окружающей природой,

прививая при этом молодежи основы экологической культуры. Именно данный вид культуры, будучи характеристикой общественного развития любого индивида, позволяет ему быть тем, чем он является по существу – человеком, а значит, уметь жить и работать в соответствии с законами и принципам природы, не уменьшая при этом жизненного пространства организмам, населяющих нашу планету Землю (Дорошко, 2012).

Между тем следует отметить, что весьма непросто осуществить формирование у конкретного человека новое мироощущение, принципиально иное понимание собственного долга перед природной средой. Однако подобные вопросы, несмотря на их сложность, должны решаться, в том числе, и посредством приобщения того или иного субъекта образовательной деятельности к системе культурных ценностей социума (Стукаленко, 2012).

При этом образование как процесс обучения и воспитания личности до настоящего момента было ориентировано только на обеспечение условий, необходимых человеку для его безопасного и удобного существования в окружающей среде. Однако сегодня с расширением масштабов промышленного и сельскохозяйственного производства, когда деятельность людей привносит заметные материальные изменения в мир природы, основополагающая задача образования становится иной. У подрастающего поколения необходимо формировать в процессе обучения и воспитания такие личностные качества, как заботу об окружающей среде, бережное и внимательное отношение к природе.

Вместе с тем в процессе практической реализации тех или иных содержательных составляющих экологического образования происходит не только обучение бережному отношению индивида к природной среде, но и совершенствование его собственного внутреннего мироощущения. Именно сознание самого человека – есть не только генератор всех его действий и поступков, но основа для решения экологических, социальных и экономических проблем современного общества.

Как известно, в отечественной системе образования в ее экологической составляющей, как правило, принято выделять два направления (Мухентинова, Романова, 2012).

Во-первых, экологическое образование, как система всеобщая и комплексная, затрагивает собой все уровни и все формы образования: дошкольное и общее образование, среднее профессиональное образование, высшее образование, а также дополнительное профессиональное образование специалистов.

Во-вторых, для осуществления экологического образования можно использовать содержание многих учебных предметов, поскольку практически во все курсы входит тот или иной экологический материал.

Школьное биологическое образование в части его содержательного представления характеризуется как педагогический эквивалент основ науки, изучаемой в среднем общеобразовательном учреждении. Эти исходные положения на доступном уровне, и в то же время научно достоверно, отражают основополагающие факты, идеи, понятия и теории науки биологии о законах существования мира живых существ. При этом составной частью совокупности таких теоретических знаний выступают фундаментальные научные понятия. Они являются основным компонентом содержания любой учебной дисциплины, изучаемой в средней общеобразовательной школе, ключевой единицей научных знаний и формой мышления, а также главным объектом учебно-познавательных действий школьников и фактором их умственного развития. Поэтому формирование понятий не только занимает центральное место в процессе предметного обучения, но и относится к числу чрезвычайно важных видов профессиональной работы любого педагога-предметника.

Причем немаловажным элементом общей суммы биологических понятий, изучаемых в рамках школьного предмета «Биология», служит система экологических знаний. Они на примере растений, животных и человека иллюстрируют сущность основных экологических закономерностей. Причем, особенно емкое отображение в этой связи получают понятия экологии организмов, биогеоценологии, популяционной и социальной экологии. Кроме того, значительное место в содержании школьного курса биологии занимают также сведения о сущности окружающей среды и возможных проявлениях ее свойств, многообразии мест обитания организмов, а также о последствиях воздействия разнообразных экологических факторов среды на мир природы.

Известно, что реализация в педагогической практике школьного предмета «Биология» предполагает соблюдение определенной очередности в изучении отдельных курсов: ботаника ⇒ зоология ⇒ человек ⇒ общая биология. Такая последовательность в выстраивании курсов отражает концептуальные подходы изучения учебного предмета, ориентированные на обеспечение постепенного усложнения учебного материала, обуславливая тем самым его доступность для усвоения учащимися с учетом их возрастных особенностей. При этом все названные биологические курсы тесто переплетены друг с другом, что обуславливает должный уровень эффективности процесса формирования и развития тех или иных биологических и экологических понятий (Наливайко, Боброва, 2016).

Между тем экологические знания, как правило, не представлены в учебной дисциплине «Биология» в виде отдельно усваиваемых тем экологической ориентации. Обычно теоретические знания по экологии привязываются к тому конкретному учебному материалу, с которым учащиеся знакомятся во время изучения тех или иных биологических курсов на разных этапах обучения. В дальнейшем при постепенном переходе из одного раздела дисциплины в другой экологические сведения относительно начала их изучения приобретают четко выраженный характер с глубоким содержанием и научной терминологией.

В то же время система экологических знаний, формируемая в школьном биологическом курсе, является по сути разнохарактерной по своему содержанию. Поэтому в ней экологические понятия, как правило, концентрируется в ряды. Причем отдельный терминологический ряд представляет собой одну из возможных знаниевых линий в усвоении школьниками учебного материала предмета. Каждая линия, включая в себя определенную сумму экологических понятий, иллюстрирует при этом содержание соответствующих теоретических основ экологии. Между тем совокупность экологических знаний, включенных в состав описываемой системы, несмотря на то, что она в целом является единой для всего учебного предмета, в отдельных учебных курсах проявляется по-особому. Причиной этого служит не только специфические особенности содержательного наполнения того или иного конкретного учебного курса, но и его собственное положение в общей модели построения школьного предмета «Биология». Другой причиной, которая может влиять на результативность процесса усвоения учащимися экологического понятийного аппарата каждого учебного курса, являются необходимость учета возрастных особенностей школьников в ходе реализации педагогического процесса (Лисниченко, 2015).

Между тем экологическая система знаний, представляющая собой важнейшую часть всей школьной учебной дисциплины «Биология», а также ее отдельных курсов, развивается по мере перехода от изучения одной темы учебного предмета к другой, как в пределах каждого ряда понятий, так и от ряда к ряду. Причем основанием для развития экологических понятий в пределах отдельного ряда служит преемственность учебного материала: от ботаники к общей биологии.

Иначе говоря, системы экологических знаний не даются в готовом виде, а формируются поэтапно в процессе активной учебно-познавательной деятельности обучающихся, результативность которой, в том числе, зависит от выбора средств и методов организации процесса учебного познания.

Причем практическое исполнение задач экологического образования и воспитания учащихся может реализовываться, как в ходе проведения учебных занятий, так и во время осуществления внеурочной деятельности.

Так, например, на уроках по биологии с целью активизации процесса формирования у школьников системы значимых теоретических знаний и практических умений в вопросах охраны природы и предупреждения вредного воздействия на нее человека можно использовать учебные игры.

При этом в экологическом образовании и воспитании учащихся можно спроектировать широкий спектр игровых ситуаций. Они могут описывать влияние на природную среду различных внешних факторов или последствия действий определенных представителей общества, деятельность которых, с одной стороны, может вызывать появление тех или иных негативных экологических проблем, а с другой – быть инструментом их преодоления.

Кроме того, использование в образовательном процессе учебных игр оказывает сильное эмоциональное воздействие на учащихся, требует от их участников большой самостоятельности, инициативности, а, значит, способствует углублению и систематизации знаний, в том числе, и экологических (Панина, Вавилова, 2006).

Одной из важнейших форм учебно-воспитательной организации обучения биологии является экскурсия. Она проводится вне урочных занятий с познавательной целью в природе, поскольку задача современной экологии – это рассмотрение жизни организмов именно в природной среде.

Экскурсия имеет большое значение в ознакомлении школьников с живыми объектами, входящими в природные сообщества. Школьники приобретают умения находить в естественной среде по заданию педагога разнообразные живые объекты, анализировать, сравнивать и сопоставлять природные явления, формировать у себя навыки элементарного биологического исследования природы, а также развивать собственную познавательную самостоятельность. Целевое предназначение подобных экскурсий проявляется в закреплении и конкретизации учебного материала уже изученного и накопление данных о природных объектах и явлениях для иллюстрации при ознакомлении с новым теоретическим материалом.

На экскурсиях, в том числе, собираются сведения с учетом правил охраны природы и рационального природопользования. Поэтому значение экскурсий заключается также и в реализации экологического принципа обучения.

В частности, другой не менее важной формой организации экологической работы школьников вне урока, является учебная экологическая тропа. Она представляет собой природную территорию, которая специально оборудована согласно соответствующим образовательным целям. Иными словами, на данном конкретном участке в природном окружении создаются условия для выполнения школьниками системы учебных заданий, которые ориентируют и организуют их работу на местности. Выданные учащимся задания, выполняются ими или в ходе проведения экскурсии, или во время выполнения полевого практикума (Гавриленко, 2019).

Внеурочная познавательная деятельность школьников, ориентированная на ознакомление учащихся с научными теоретическими знаниями по экологии, которые определяют содержание учебного курса «Биология», может быть осуществлена также в виде проектной и исследовательской видов деятельности.

Однако проектная и исследовательская деятельность обучающихся важна не только как составляющая их внеурочной работы, но и как фактор обеспечения результативности учебно-воспитательного процесса по предмету в целом. Причина это в том, что именно проектная и исследовательская деятельности развивают, как интеллектуальные способности учащихся наблюдать изменяющийся мир, так и позволяют вовлекать школьников в поиск решений практических проблем жизнедеятельности (Лазарев, 2015).

В заключении, можно констатировать, что экологические понятия и их системы, которые усваиваются школьниками при изучении учебного материала школьного предмета «Биология», в совокупности обеспечивают формирование и развитие экологической культуры подрастающего поколения, включающей в себя самоценный компонент – экологическое образование, предназначением которого является приобретение школьниками социально-значимых экологических знаний.

Список литературы

1. Гавриленко А.В. Экологическая тропа и творческая деятельность учащихся // Молодой ученый. 2019. № 6. С. 209-212. URL: http: // moluch.ru/archive/244/56337/
2. Дорошко О.М. Современные подходы к определению понятия «экологическая культура» // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2012. № 9 (12). С.1-13. URL: http: // www.sisp.nkras.ru
3. Лазарев В.С. Проектная деятельность в школе: неиспользуемые возможности // Вопросы образования. 2015. № 3. С.292-305.
4. Лисниченко В.В., Лисниченко Н.Б.Основы педагогической экологии. – Северодвинск: ОАО «Северодвинская городская типография», 2015. 95 с.
5. Мухетдинова З.З., Романова С.М. Экологизация образования и науки как тенденция решения экологической проблемы // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Том 15. № 13. С.292-294.
6. Наливайко И.В., Боброва Н.Г. Содержание и развитие биохимических понятий в школьном курсе биологии // Самарский научный вестник. 2016. № 1 (14). С. 180-185.
7. Панина Т.С., Вавилова Л.Н. Современные способы активизации обучения: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Академия, 2006. 176 с.
8. Скукаленко Н.М. Развитие экологической культуры как фактор общественного прогресса в целях устойчивого развития // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12. С. 929-931.

ЭКОЛОГИЯ ГЛАЗАМИ БУДУЩЕГО ВРАЧА

Галустян Л.К., Исраилов М.А., Колмакова Т.С.
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» МЗ РФ, г. Ростов-на-Дону, Россия
markgalustyan@yandex.ru

ECOLOGY IN THE EYES OF A FUTURE DOCTOR

Galustyan L.K., Israilov M.A., Kolmakova T.S.
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Rostov State Medical University, Ministry of Health of the Russian Federation,
Rostov-on-Don, Russia
markgalustyan@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты анкетирования школьников по вопросам экологически чистых продуктов и профилактике паразитарных заболеваний. Результаты показали недостаточность знаний учащихся о возможности распространения инфекционных и паразитарных заболеваний в условиях приусадебного выращивания овощей, фруктов, скота и птицы. Высказано мнение о необходимости более глубокого изучения в школьном курсе биологии экологических основ паразитизма, профилактики заболеваний на основе знаний о жизненных циклах, среде обитания, путей и способов заражения возбудителями заболеваний

Ключевые слова: экологическая паразитология, профилактика заболеваний, обучающиеся, экологически чистые продукты.

Abstract. The article presents the results of a survey of schoolchildren on environmentally friendly products and the prevention of parasitic diseases. The results showed the lack of knowledge of students about the possibility of the spread of infectious and parasitic diseases in the conditions of home gardening of vegetables, fruits, livestock and poultry. An opinion was expressed about the need for a deeper study in the school biology course of the ecological foundations of parasitism, disease prevention based on knowledge of life cycles, habitat, ways and means of infection with pathogens.

Keywords: ecological parasitology, disease prevention, students, environmentally friendly products.

Сегодня трудно переоценить значение экологии в жизни каждого человека и общества в целом. Человек, являясь частью природы, неразрывно с нею связан. Эта связь измеряется качеством жизни и здоровьем человека. Здоровье имеет много слагаемых, напрямую зависимых от факторов окружающей среды. Основные из них общеизвестны, они активно изучаются и обсуждаются — это образ жизни, питание, деятельность человека, окружающие его люди, а также среда, где он обитает.

Сейчас экология трактуется как наука, изучающая взаимодействие живых организмов друг с другом, а также с окружающей средой. Однако в понимании обычных людей, не связанных с наукой под словом «экология» выделяют то, что им ближе. Самое понятное и актуальное то, что наносит вред здоровью (Балева Л.С., Сипягина А.Е., 2020). Поэтому практически каждый упомянет химикаты, загрязняющие почву, воду и воздух, попадающие в наш организм и вызывающие множество заболеваний: аллергию, отравления, рак (Ерофеева В.В., Доронина Г.Н., 2017). В их числе пестициды, удобрения, промышленные отходы. Продукты питания, в которых отсутствуют чужеродные химические вещества считаются экологически чистыми и безопасными. К экологически

чистым продуктам относят и те, что не содержат ГМО. Поэтому многие считают, что выращенные в домашних условиях овощи и фрукты, скот и птица не представляют опасности для здоровья человека. Между тем, такие продукты могут нести опасность биологического загрязнения, последствия которого для здоровья человека также драматичны. В первую очередь это связано с инфекционными и паразитарными заболеваниями.

Паразитология является составной частью экологии как науки о взаимоотношениях организмов между собой и с окружающей средой. Однако роль паразитарных отношений в экосистемах и их влияние на человека долго недооценивалось как экологами, так и врачами. В руководствах по экологии до настоящего времени использование паразитологических материалов остается очень ограниченным. Сам термин «экологическая паразитология» определился в конце XX века, сегодня это направление набирает силу и постепенно станет доминирующим в медицинской экологии. Однако, просветительская деятельность в данном направлении остается недостаточной, что приводит к отсутствию полноценной информации для формирования здоровьесберегающего поведения у населения. Осознанный подход к своему здоровью формируется на базе знаний, полученных в школьные годы и, как правило закрепляется на всю жизнь (Зерщикова Т.А.. 2018).

На основании изложенного выше, в настоящей работе проведено изучение уровня знаний об экологически чистых продуктах и путях распространения паразитарных заболеваний у обучающихся старших классов.

В анкетировании приняли участие 152 учащихся 10 и 11 классов, обучающихся по естественно-научному профилю. Результаты исследования показали, что несмотря на углубленное изучение биологии, ответы ориентированы на общепринятые стандарты и не отражают знаний по поставленной проблеме. Так 52% опрошенных школьников считают экологически чистыми продукты, выращенные на приусадебном участке, 23% без ГМО, 23,5 % без пестицидов. 40% респондентов считают экологически чистым мясо домашних животных и птицы, выращенных в домашних условиях, вместе с тем 91% опрошенных школьников знают, что такое мясо может быть опасным для здоровья и 81% указали на необходимость ветеринарного контроля домашней продукции. 27% уверены в безопасности вяленой и копченой в домашних условиях рыбы. 91% опрошенных указали, что можно заразиться гельминтами при употреблении воды из природных водоемов, однако, 36% не знают как распространяются гельминты в воде, 21% уверены, что воду из открытых водоемов можно использовать для мытья овощей и фруктов, но такой водой нельзя поливать огороды, 39% допускают выпас скота в прибрежной зоне водоемов. Следовательно, значительная часть школьников не связывают выпас скота у водоемов с риском заражения гельминтами, тогда как выпас скота у водоемов не желателен, а в некоторых случаях запрещен законодательно (Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 01.04.2022) ст.65) в целях предотвращения загрязнения водных объектов фекалиями скота, которые могут быть причиной не только гельминтозов, но и других заболеваний, сохранения вод и среды обитания биологических ресурсов.

Таким образом, результаты проведенного анкетирования позволяют сделать вывод о том, что большая часть правильных ответов по вопросам профилактики инфекционных и паразитарных заболеваний не отражают понимания сути профилактических мероприятий, которые предусматривают ограничение распространения заболеваний через экологические среды, а также за счет осознанного подхода к выращиванию сельскохозяйственной продукции в домашних условиях и приобретения таких продуктов питания с минимизацией риска нарушения здоровья. Очевидно школьники недостаточно осведомлены о роли ветеринарного контроля за продуктами питания на стихийных рынках,

что помогает вовремя обнаружить в мясе домашнего скота личинки гельминтов, возбудителей инфекционных заболеваний, таких как сальмонеллёз, токсоплазмоз, дизентерии. Кроме того, в селах и деревнях, могут быть недостаточно налажены системы полива, канализационные системы и опасность для заражения здесь представляют не пестициды и ГМО, а мухи, бабочки, неочищенная вода для полива, все эти факторы вместе или порознь могут стать причиной гельминтозов и других опасных заболеваний человека. По нашему мнению, проблемы профилактики инфекционных и паразитарных недостаточно отражены в школьном курсе биологии. Анализ работ участников олимпиады по биологии в РостГМУ 2021 и 2022 годов показал низкую подготовленность школьников по экологическим основам паразитизма. Затруднения вызывали вопросы, связанные с жизненными циклами паразитов, способами заражения. Очевидно, на уроках биологии необходимо уделять больше внимания путям и способам заражения гельминтами и другими возбудителями заболеваний, на конкретных примерах и ситуационных задачах.

Список литературы

1. Балева Л.С., Сипягина А.Е. Экологическая педиатрия – актуальная проблема современности // Российский вестник перинатологии и педиатрии, 2020; 65:(6) с, 6-11
2. Ерофеева В.В., Доронина Г.Н. Угроза распространения яиц гельминтов в почвах городских территорий //Молодой ученый “ июнь 2017. №3 С. 222 -225 3. Зерщикова Т.А. Экологическая культура студентов медицинского колледжа и ее развитие в образовательном процессе // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2018. – № 1. – С. 28-32; URL: https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=1736 (дата обращения: 11.05.2022).

ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ В РАМКАХ ЭКОЛОГО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

Дитмарова М. С.
ФГБУ «Сочинский национальный парк», г. Сочи, Россия
snp-tur@npsochi.ru

EXPERIENCE OF INTERACTION WITH EDUCATIONAL ORGANIZATIONS WITHIN THE FRAMEWORK ECOLOGY ENLIGHTENMENT OF THE SOCHI NATIONAL PARK

Ditmarova M.S.
Sochi National Park, Sochi, Russia
snp-tur@npsochi.ru

Аннотация. Приведен обобщенный опыт многолетнего взаимодействия с образовательными организациями при реализации эколого-просветительского направления деятельности Сочинского национального парка.

Ключевые слова. Сочинский национальный парк, экологическое просвещение, дополнительное образование, проект, природоохранная акция.

Abstract. The generalized experience of many years of interaction with educational organizations in the implementation of the ecological and educational direction of activity of the Sochi National Park is given.

Keywords. Sochi National Park, environmental education, additional education, project, environmental action.

История Сочинского национального парка началась 5 мая 1983 году, когда было принято Постановление Совета Министров РСФСР № 214 о создании, на базе трех крупных лесхозов – «Сочинского природного национального парка». Основным аргументом этого действия была необходимость сохранения уникальных эталонных экологических систем Сочинского Причерноморья и осознание природных факторов как главной составляющей оздоровительных воздействий курорта.

Сочинский национальный парк занимает площадь 208,6 тыс га на южных отрогах Главного Кавказского хребта. По богатству биоразнообразия, числу реликтовых и эндемичных форм, пестроте и контрастам ландшафтов эта природная территория не имеет себе равных в нашей стране, а наличие узколокальных эндемиков среди животных и растений, позволяет говорить о его планетарном значении (Инвентаризация, 2008). Кроме того, почти все достопримечательности, не только природные, но и историко-культурные знаменитого российского курорта, расположены на нашей особо охраняемой природной территории федерального значения, которая, к слову, занимает больше 54,9 % площади агломерации, так называемого Большого Сочи (Научное обоснование, 2012 г.).

Одной из приоритетных задач в деятельности особо охраняемых природных территорий, наряду с сохранением биологического разнообразия, научно-исследовательской работой, экологическим мониторингом, является экологическое просвещение населения (ФЗ № 33-ФЗ, 1995).

Основные цели которого:

- формирование в обществе понимания современной роли ООПТ в сохранении биологического и ландшафтного разнообразия, уникальных природных комплексов и объектов, представляющих собой научную, культурную и эстетическую ценность…;
- обеспечение поддержки идей заповедного дела широкими слоями населения, как необходимое условие выполнения ООПТ своих природоохранных функций;
- содействие формированию экологической культуры и др. (Методические рекомендации, 2020).

С 2001 года для реализации этого направления в Сочинском национальном парке функционирует отдел экологического просвещения, туризма и рекреации. Очень большое, можно сказать – центральное, место в деятельности отдела занимает работа с детьми и молодежью. Ведь через эту аудиторию в орбиту экологического просвещения попадают и родительская и педагогическая общественность.

Цель этого взаимодействия я бы конкретизировала как: формирование основ экологической культуры и природоохранной этики, через знакомство, наблюдение, изучение природы, объектов историко-культурного наследия Сочинского национального парка и осознанное понимание его научной, исторической и эстетической ценности. Причем, в понятие «экологическая культура» вложена не только биологическая, но и нравственная составляющая. (Лихачев, 1980).

В настоящий момент можно говорить о сложившейся системе взаимодействия с образовательными организациями, которая включает в себя самые разнообразные формы и методы работы. В истории этого партнерства условно выделяется несколько этапов. Первоначально, пролонгировалась такая традиционная для лесхозов форма экологического просвещения, как школьные лесничества и кружки, причем эти активности были приурочены к отдаленным локациям Большого Сочи, для которых участковые лесничества и их работники являются своеобразным центром притяжения. С образованием профильного отдела инструменты эколого-просветительской работы значительно

обогатились. С самыми активными и «преданными» нашей ООПТ организациями заключены договоры о сотрудничестве в сфере экологического просвещения, которые подразумевают разработку, организацию и проведение совместных проектов и акций. В такую направленность сотрудничества вовлечены учреждения дополнительного образования, такие как эколого-биологический центр, центр детского и юношеского туризма и экскурсий, центр творческого развития и гуманитарного образования г. Сочи, центр дополнительного образования г. Славянска-на-Кубани и другие организации. Они являются кураторами и модераторами совместных проектов, в свою очередь, вовлекая в них своих партнеров и тем самым расширяя охват участников. Например, эколого-биологический центр г. Сочи помогает нам в проведении ежегодных акций к международному дню защиты животных, международному дню Черного моря (рис.1), дню птиц. Сотрудники Сочинского национального парка, в свою очередь выступают соорганизаторами городского слета-конкурса юных экологов, флористического конкурса-выставки «Осень золотая», консультируют и рецензируют исследовательскую деятельность обучающихся.

Рисунок 1.

С центром детского и юношеского туризма и экскурсий г. Сочи также имеется целый ряд совместных проектов, такие как ежегодная эколого-краеведческая игра, в ходе которой около 800 школьников города в течение почти двух месяцев знакомятся с природными и историческими достопримечательностями Сочи (рис 2), не говоря уже о походах, слетах и соревнованиях, проходящих на территории парка.

Рисунок 2.

Наши креативные партнеры в лице коллектива детской художественной школы № 1 г. Сочи помогают оценивать материалы творческих конкурсов, организовывать выставки, принимают активное участие в фестивалях, пленэрах, праздниках (рис. 3).

Рисунок 3.

Примечательно, что в активную эколого-просветительскую деятельность Сочинского национального парка вовлечены образовательные организации не только города Сочи, но и из муниципальных образований Краснодарского края, где расположились, или были расположены ранее структурные подразделения парка. Так, Приазовский заказник федерального значения с 2018 года не находится под управлением ФГБУ «Сочинский национальный парк», однако партнерские отношения с центром дополнительного образования г. Славянска-на-Кубани сохранились: проводятся дистанционные занятия, ребята участвуют в экологических конкурсах «Новогоднее дерево», «Первоцвет», природоохранной акции «Марш парков».

Благодаря отработанным алгоритмам взаимодействия с управлением по образованию и науке администрации г. Сочи педагогическая общественность оповещена обо всех происходящих в парке событиях и заинтересована принять в них участие, чтобы получить актуальную и достоверную информацию о происходящих в ближайшем природном окружении явлениях, о переменах на обустроенных природных комплексах национального парка, расширить свою методическую грамотность. Чаще всего такое общение происходит в формате семинаров, презентаций на курсах повышения квалификации профильных педагогов, рабочих встреч. В помощь педагогам разработаны и размещены на ресурсе заповедный урок.рф два экологических урока, воспользоваться которыми могут любые зарегистрированные пользователи. Сотрудники Сочинского национального парка прошли соответствующее обучение и приглашаются в качестве экспертов не только на городские научно-практические конференции школьников, но и на региональные и всероссийские конкурсы.

Хочу поделиться интересным, на мой взгляд, опытом использования многочисленных материалов, сохраняющихся в ходе проведения творческих экологических конкурсов. Прекрасные, искренние литературные и изобразительные детские работы оцифрованы, тематически подобраны и собраны в замечательные очень востребованные пособия, календари и другую полиграфическую продукцию, с безусловным сохранением авторства (рис. 4). С 2012 года увидели свет три таких издания о первоцветах, животных и водных ресурсах национального парка. В настоящий момент готовится следующее подобное яркое и познавательное пособие. Кстати, в одном из этих проектов, макет и оформление книжки было выполнено студентами Сочинского государственного университета. Возможность увидеть свои работы на страницах печатной продукции, которую передают в библиотечную систему, используют для поощрения волонтеров, отправляют в другие ООПТ, служит отлично мотивирует нашу дальнейшую работу.

Реализуя массовые эколого-просветительские проекты и программы, направленные на самые разнообразные группы населения, мы часто обращаем внимание на высокую активность представителей образовательных организаций, причем и педагогов, и обучающихся (рис. 5). Многие учителя с большой охотой откликаются на просьбы о добровольческой помощи при проведении крупных мероприятий, транслируют и тиражируют эколого-просветительскую и природоохранную информацию из Сочинского национального парка, включаются в реализацию социально значимых проектов (Дитмарова, 2021).

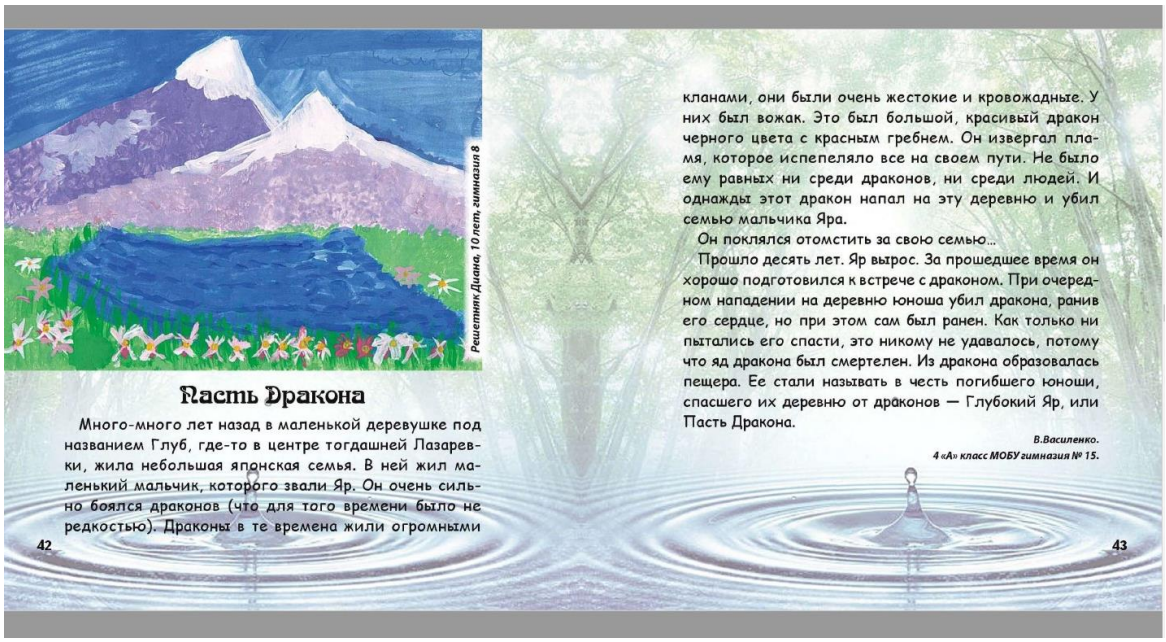


Рисунок 4.

Рисунок 5.

В 2022 году дендрологический парк федерального значения «Дендрарий» отмечает свое 130-летие. Специально для этой даты разработана и уже реализуется программа подготовки Эколого-Коммуникационно-Ответственных волонтеров – старшеклассников, также совместно с образовательными организациями города.

Тематика эколого-просветительских мероприятий Сочинского национального парка очень разнообразна и позволяет найти «свою нишу», реализовать свои способности, утолить «жажду» познания природы, не только детям, но и их родным и педагогам, что на мой взгляд является лучшим показателем результативности этой работы.

Список литературы

1. Федеральный Закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 г. № 33-ФЗ.
2. Дитмарова М.С. Смирнова П.О. Социально-образовательный проект #Растимкаштанвместе / Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий. Том 8: Сборник статей VIII Всероссийской научно-практической конференции (7-9 октября 2021 г., Сочи). – Сочи: ГБУ КК «Природный орнитологический парк в Имеретинской низменности», Сочи, 2021, с. 124–129.
3. Инвентаризация основных таксонометрических групп и сообществ, созологические исследования Сочинского национального парка – первые итого первого в России национального парка, под редакцией Б.С. Туниева, М, Престиж, 2008, с 6-7.
4. Методические рекомендации по организации эколого-просветительской деятельности федеральными государственными бюджетными учреждениями, осуществляющими управление особо охраняемыми природными территориями федерального значения, находящимися в ведении Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, утверждены распоряжением МПР от 22.12.2020 № 37-р.
5. Лихачев Д.С. Экология культуры, / Памятники Отечеств, № 2 1980, с. 10-16.
6. Научное обоснование ГИС «Сочинский национальный парк», под редакцией Ивонина В.М., Сочи, 2012, с 23-24.

ВЛИЯНИЕ ТРАВОЯДНЫХ ЖИВОТНЫХ НА СОСТОЯНИЕ КЛИМАТА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ

Захарченко С. Р., Даниленко Ю.Ф.
Муниципальная бюджетная общеобразовательная организация «Школа 21»
Г. Ростов-на-Дону, Россия
sofi.zakhar4enko@yandex.ru

Аннотация. Целью данной работы является выяснение вопроса, как сокращение численности некоторых видов травоядных животных влияет на состояние степных экосистем и к каким климатическим изменениям приводит.

Для решения вопроса был проведён обзор и анализ научной литературы и интернет – ресурсов. Практическая значимость работы состоит в том, что поможет аргументированно доказать общественности необходимость срочного принятия мер по улучшению состояния природы зоны степей, сохранению её флористического разнообразия и необходимости восстановления численности редких животных. Материалы можно использовать для проведения уроков-конференций или уроков- экскурсий с обучающимися по географии и биологии при изучении тем «Последствия антропогенного воздействия на экосистемы».

По результатам анализа информационных источников, я пришла к выводам, о том, что последствия значительного снижения видового многообразия степных травоядных животных, приведёт к уменьшению флористического разнообразия степных экосистем, оскудению травяного покрова. Вследствие этого снизится плодородие почвы, ухудшатся её физико-химические свойства, что будет способствовать её иссушению, увеличению числа оврагов и их разрастанию. Всё это приведёт к ухудшению климата, который станет более засушливым, постепенному исчезновению степных экосистем и замены их на экосистемы полупустынь. В связи с этим, стоит незамедлительно разрабатывать природоохранные мероприятия, направленные на сохранение существующих видов травоядных животных и восстановление численности видов, находящихся на грани исчезновения.

Ключевые слова: климат, степная зона, травоядные животные, снижение численности, почвы, состояние экосистем.

В прошлом степные экосистемы занимали огромные территории на пространствах России, богата была их природа: в изобилии росли травы, в их зарослях водились волки, лисицы, дикие кабаны. Высокие сочные травы доставляли пропитание многочисленным стадам оленей, косуль, сайгаков, не говоря уже о несметном количестве мелких травоядных. На многие километры простиралась разнотравная степь, где весной можно было любоваться тюльпанами, вдыхать ароматы диких ирисов и фиалок. Здесь в изобилии произрастали разнообразные травы. Жирная земля давала богатые урожаи. Но понемногу на степные просторы, из-за хозяйственной деятельности человека, наступает полупустыня, уменьшается число видов разнотравья и ковылей. В травостое стало больше типчака и полыней. Снизилась биологическая продуктивность степей, уменьшилось видовое разнообразие фауны, а численность некоторых видов животных резко сократилось. При этом наблюдается изменение климата: он стал более засушливым, а плодородие земель снизилось. Одной из проблем, требующей тщательного изучения, с моей точки зрения, является выяснение того, как снижение численности или исчезновения некоторых видов травоядных животных влияет на климатические условия и состояние экосистем степей.

Катастрофическое разрушение степных экосистем и исчезновение из них десятков видов живых организмов вызывает немалую тревогу. Сокращение биоразнообразия ведёт к нарастанию нестабильности экосистем, равновесие которых становится легко разрушаемым. Известно, что не только условия окружающей среды влияют на живые организмы, но также от жизнедеятельности живых организмов зависит то, какими будут природные факторы. Замечено, что в последние годы климат в степной зоне становится более засушливым и усилилось наступление на эти земли полупустынь. Чтобы сохранить для будущих поколений природу степей, необходимо понимать роль различных животных для степных экосистем, понимать, чем грозит их исчезновение. Такое понимание будет способствовать бережному отношению к природе и восстановлению численности редких и исчезающих видов животных.

Степь расстилается бескрайними просторами на равнинах Ростовской области. На видовой состав животного мира большое влияние оказывает её географическое положение. Так, соседство с лесостепными и полупустынными территориями обеспечивает присутствие на территории Ростовской области животных перечисленных выше зон. Животный мир здесь не очень разнообразен, но интересен. Среди степных животных преобладают травоядные формы (насекомые, копытные, грызуны) и те виды, которые питаются этими травоядными.

Наиболее многочисленны насекомые, особенно прямокрылые (саранча, кобылки, кузнечики), а также жуки-усачи рода Phytoecia, долгоносики, клопы черепашки рода Eurigaster, хрущи, щелкуны, чернотелки и др. К травоядным степным грызунам относятся сурки, суслики, полевки. В степях широко распространены заяц-русак, домовая и полевая мыши, серый и эверсманнов хомячки, обыкновенный хомяк, большой тушканчик, слепушонка и обыкновенный слепыш и др. Встречаются ежи, бурозубки, белозубки, выхухоли. Обычны для степи степной орёл, дрофа, степной лунь, степная пустельга, жаворонок. Многочисленны пресмыкающиеся и насекомые. Из копытных – сайгаки, косули, дикие кабаны, лани, 2 вида оленей и лоси.

Когда-то по злаковым степям бродили дикие лошади, зубры, первобытные быки туры, благородные олени и сайгаки. Лошади, олени, туры и зубры паслись там весной и летом, а к осени уходили в лесостепь или в приречные пойменные леса. Сайгаки же к зиме уходили на юг. На сегодняшний день все эти животные или исчезли с лица земли, или

находятся на грани исчезновения. Стада в 50—100, а иногда 1000 голов были характерны для тарпанов и куланов. Первые из них полностью исчезли, вторые покинули степную зону. Из диких копытных, до настоящего времени кочующих в калмыцких, казахстанских и южноуральских степях, сохранились только сайгаки, которые так же находятся на грани исчезновения. Не меньшее беспокойство вызывает у зоологов судьба мелких травоядных: тарбаганчика, степной мышовки, степной пеструшки, они также занесены в Красную книгу Ростовской области, а вот суслик в ней не значится, хотя этих, обычных ранее, обитателей степных просторов, сегодня встретить в природе практически невозможно.

Вот, что пишет биолог Виктор Славгородский: «Ещё в 90-е годы прошлого столетия встретить в степи крапчатого суслика было обычным делом. Обитали они на целинных участках у прудов и дорог. К 2001 году суслики повсеместно полностью исчезли. Я пытался узнать, есть ли крапчатые суслики где-либо в области, и пришел к выводу, что эти животные у нас полностью вымерли. И вообще от этого ранее многочисленного в европейской России вида сейчас осталось несколько малочисленных изолированных популяций. Похоже, что мы являемся свидетелями последней стадии исчезновения вида. Если не будет предпринято каких- то серьезных действий по его спасению, то этот вид в ближайшее время исчезнет с лица Земли». Валерий Мосейкин о причинах исчезновения сусликов пишет: "Я не занимался изучением проблем вымирания сусликов, но предполагаю, что она тесно связана с сокращением численности скота при фактически полностью уничтоженных разнообразных диких копытных животных. При постоянной стрижке растений копытными, в месте скусывания злаков формируется новая точка роста, очень богатая протеинами и токоферолом. Таким образом, в отсутствии копытных суслики (накапливающие жир за очень короткое время и впадающие в спячку уже в середине лета), элементарно недоедают и не обеспечивают накопления жиров (при внешне пышном и сочном травостое). Высота травостоя для биологии сусликов, конечно, тоже имеет значение. Разовое кошение растений, закончивших вегетацию, проблем сусликов, естественно, не решает. В связи с вышесказанным хочу высказаться о Красной книге. Я заглянул в современную красную книгу России. Крапчатого суслика в ней нет. Равно как нет степного хоря, обыкновенного хомяка, большого тушканчика».

Я проверила - в Красной книге Ростовской области суслика нет. А проблема вымирания этого вида существует. Сохранить сайгака и суслика для степей важно не только ради выживания редких видов хищных животных, но и для сохранения экосистемы в целом. Картина, к сожалению, невесёлая, получается, что очень многие виды степных травоядных животных уже стали редкими, или находятся на грани исчезновения. Да и состояние самих экосистем степи на сегодняшний день вызывает немалую тревогу.

О трагической судьбе степей В.Г. Мордкович писал так: «Если будет заведена «Красная книга экосистем», то степь в неё занесут в первую очередь. Среди всех экосистем мира судьба степей наиболее драматична. Главным героем последних актов этой драмы является человек. История цивилизации так тесно и причудливо сплетена с жизнью степных экосистем, что человечество просто обязано от щедрот своих пожертвовать на сохранение этого вымирающего ландшафта… На что может рассчитывать человечество? Как скоро мы можем получить результат своих усилий по восстановлению природных экосистем? С какой скоростью идёт процесс восстановления естественным путём? Скорость этого процесса можно проиллюстрировать хотя бы примером с почвами. Установлено, что для образования слоя чернозёмной почвы толщиной в 1 см требуется 50-100 лет, т.е. наше богатство – чернозёмные почвы – естественным путём формировались минимум 3-5 тысяч лет».

Еще во второй половине XVII в. европейские философы, изучавшие вопросы развития природы, выдвинули так называемую теорию десикации (уменьшения

влажности). Они утверждали, что уничтожение лесов (антропогенный фактор) вело к необратимому изменению климата, который становился все более сухим и все более подверженным частым засухам и резким перепадам температур. Принимая во внимание исследования В. В. Докучаева, думаю, что такая закономерность работает и в степях.

В. В. Докучаев, в 1892 году, утверждал, что целина, покрытая плотным слоем степной травы, лучше удерживает влагу. Почва, лишённая растительности, теряет влагу, из-за испарения и оттока. Кроме того, чем меньше в степи становится травы, которая задерживает влагу и способствует её впитыванию, тем больше появляется оврагов, а они опять же увеличивают отток воды, и вместо того, чтобы впитываться в почву и накапливаться в ней, она стекает в овраги. Некоторые учёные (например А.И. Воейков) утверждают, что более богатая растительностью местность больше отражает солнечных лучей, и больше испаряет влаги, поэтому больше идёт дождей.

Зеленые растения и животные исторически развивались в тесной взаимосвязи друг с другом, проделали совместную эволюцию, в результате чего у тех и у других выработались взаимные приспособления друг к другу. В процессе эволюции растения приспособились к созданию излишков первичного органического вещества для прокорма животных-фитофагов. Если бы этого не происходило, то создаваемое растениями органическое вещество беспрерывно накапливалось бы. В конце концов, весь материал, из которого растения строят органические соединения, был бы исчерпан. Прекратился бы круговорот веществ, необходимый для осуществления жизненных процессов в биосфере. Животные же, являясь необходимым звеном в цепи питания, перерабатывают органические соединения, созданные растениями, и через ряд других звеньев в пищевой цепи переводят их в исходные неорганические вещества, за счет которых зеленые растения вновь и вновь могут создавать органическое вещество. Следовательно, животные и растения необходимы друг другу. Они могут существовать только вместе, в тесной взаимосвязи. Роль животных в жизни растений часто бывает замаскирована и не бросается в глаза. Но она чрезвычайно велика и ее необходимо учитывать.

Истребление копытных животных степи приводит к перерождению в ней растительности. Удивительно, но многие злаки, основные степные растения, способны успешно развиваться, и расти лишь при условии, если их объедают, «подстригают» копытные. В противном случае они начинают вырождаться, и в растительном сообществе происходит глубокая перестройка. Именно благодаря такому «мирному сосуществованию» и взаимному влиянию сформировался характерный степной биоценоз.

Следовательно, травоядные животные отнюдь не являются разрушителями естественных фитоценозов, а напротив — их создателями. При этом в результате эволюции выработались и функционируют механизмы, которые поддерживают наиболее выгодные количественные соотношения численности травоядных животных и растений.

Скусывая растения, животные стимулируют рост уцелевших побегов и вызывают их усиленное кущение и побегообразование. Поедая траву, животные не уничтожают в процессе разовой кормежки все растение (дернину) целиком. Они выбирают растущие побеги, цветы, плоды, т. е. те части растений, которые в момент кормежки наиболее богаты питательными веществами. Даже овцы, которые среди всех домашних животных используют пастбища самым интенсивным образом, при однократной зимней пастьбе по сухой траве съедают примерно половину травостоя (Нечаева, Мосолов, 1954).

Для флористического разнообразия степей, благополучного состояния почв в степных экосистемах, помимо копытных немаловажное значение имеют мелкие травоядные. Проследить их роль можно на примере жизнедеятельности сусликов. Еще в 1906 году профессор Н. А. Димо и ботаник Б. А. Келлер изучали деятельность малого суслика на юге Саратовской губернии. Их совместная работа содержит массу интересных

фактов. Они установили, что не только химический состав, но и структура почвы в суслиных холмиках отличаются от почвы, не затронутой роющей деятельностью мелких млекопитающих. Благодаря своей рыхлости, пористости и трещиноватости эти холмики весной легко насыщаются влагой, поскольку в зимнее время снег собирается вокруг них в большем количестве, чем на ровной поверхности степи. Поэтому весной растительность на них развивается с особенной энергией. Испарение поглощенной влаги из рыхлых холмиков происходит медленнее, чем из плотной почвы.

На основе накопленных сведений о роющей деятельности позвоночных животных выделен ряд форм их воздействия на среду (Б.Д. Абатуров). Норы животных разрыхляют почву, улучшают ее аэрацию, способствуют более глубокому увлажнению почвенной толщи водами атмосферных осадков, защищают почвенную влагу от непродуктивного физического испарения. При рытье нор животные выносят на поверхность материал глубоких горизонтов почвы и тем самым увеличивают содержание легкорастворимых солей, гипса и карбонатов в верхних слоях почв. На перерытых участках вследствие более интенсивного увлажнения происходит проседание почвенной толщи, формируются отрицательные формы микрорельефа. Накопление почвенного материала, вынесенного на поверхность при рытье нор, вызывает формирование положительных форм микро-и нанорельефа (кучки и холмики выброшенной земли) с иными физико-химическими свойствами почв. В местах постоянного расположения нор животные обогащают почву химическими веществами за счет экскрементов и тем самым меняют ее химический состав и улучшают плодородие. Роющие животные перемешивают верхний гумусовый горизонт с нижележащей материнской породой и тем самым увеличивают мощность этого горизонта. Перерытый норами и разрыхленный почвенный материал легко поддается действию ветра и воды, что служит причиной размывания и развеивания почв и образования эрозионных форм рельефа. Перерытые и нарушенные роющей деятельностью участки заселяются сорными и полевыми видами растений и почвенных беспозвоночных и тем самым служат причиной формирования специфической сорно-полевой фауны и флоры. В результате роющей деятельности меняется не только состав растений, но и их масса, при этом изменения могут быть направлены в сторону как уменьшения (при засыпании растений выброшенной землей, обеднении почвенного субстрата), так и в сторону увеличения (при улучшении плодородия почвы). Разрастание на перерытых местах сорных видов растений вызывает формирование залежного растительного покрова. Локальное нарушение свойств почвенно-растительного покрова служит причиной микрокомплексности почв и растительности в степных, полупустынных и пустынных ландшафтах. Эти положения, сформулированные еще несколько десятилетий назад, остались без существенных изменений по настоящее время. Отсюда видно, в степях суслики играют исключительно важную роль в почвообразовании, поскольку выбрасывают на поверхность грунт из нижних слоев, тем самым как бы перелопачивая почву. Во многом именно благодаря сусликам и другим степным грызунам на юге России образовались мощные слои чернозема, который считается самым плодородным в мире.

Я прихожу к выводам о том, что последствия значительного снижения видового многообразия степных травоядных животных, резкого уменьшения их численности или полного исчезновения, в ближайшие годы приведёт к тому, что будет постепенно уменьшаться флористическое разнообразие степных экосистем, травяной покров на целине станет более скудным. Вследствие уменьшения численности травоядных и оскудения травяного покрова снизится плодородие почвы, ухудшатся её физико-химические свойства, что будет способствовать её иссушению, увеличению числа оврагов и их разрастанию.

Усилится недостаточность увлажнения почвы. Всё это приведёт к тому, что средняя температура приземного воздуха будет продолжать повышаться, возрастет продолжительность и интенсивность жары, уменьшится продолжительность и интенсивность холода. Увеличится количество продолжительных периодов времени без осадков и повторяемость засухи. Реки пострадают от недостаточного водостока, а их обмеление приведёт к уменьшению испарения. Таким образом, усилится воздушная и почвенная засуха. Климат степной зоны станет более засушливым, менее благоприятным. Есть обоснованные опасения, что степная климатическая зона сменится на зону полупустыни, а некоторым территориям может грозить опустынивание.

Всё говорит о том, что если сегодня не будут приняты срочные природоохранные меры и меры по восстановлению биоразнообразия флоры и фауны, степные экосистемы находятся в серьёзной опасности.

По моему мнению, сегодня необходимо взять под строгий контроль численность домашнего скота, которая на данном отрезке времени недостаточна, для того чтобы хотя бы частично возложить на них функции диких копытных животных по воздействию на травостой, но при этом не допускать перевыпаса, который приводит к деградации травяного покрова и почвы. Усилить меры по сохранению и восстановлению численности тех видов копытных и мелких травоядных, которых ещё можно спасти. С этой же целью занести крапчатого суслика в Красную книгу Ростовской области. Нужно провести мероприятия, направленные на привлечение внимания населения к этой проблеме, необходим поиск путей решения проблемы сохранения уникальной природы степной зоны.

Список литературы

1. Банников А.Г., Жирнов Л.В., Лебедева Л.С., Фандеев А.А. Биология сайгака /Под ред. А.Г. Банникова. М., 1961.
2. А.И. Воейков «Климаты земного шара, в особенности России».
3. Нечаева Н. Т., Мосолов И. А. Основные положения и методика составления планов использования пастбищ с пастбищеоборотом в овцеводческих хозяйствах Туркменистана. — Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1954. — 83 с.
4. В.В. ЖЕРИХИН. Генезис травяных биомов // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. Москва, "Недра", 1994.
5. http://zoofayna.ru/suslik-krapchatyj/
6. http://www.activestudy.info/osobennosti-zhivotnogo-mira-stepej/

РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ В ШКОЛЬНОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ

Казакова Нина Юрьевна
учитель биологии высшей категории
МБОУ «Гимназии №19» города Ростов-на-Дону, Россия
ninayrevna20@mail.ru

REGIONAL COMPONENT IN SCHOOL ENVIRONMENTAL EDUCATION

Kazakova Nina Yuryevna
biology teacher of the highest category MBOU "Gymnasium No. 19" of Rostov-on-Don, Russia
ninayrevna20@mail.ru

Вопросы воспитания экологической культуры в системе образования и сохранения окружающей среды постоянно поднимаются на международном, федеральном и региональном уровнях. В настоящее время сохранение природы и улучшение окружающей среды является одним из приоритетных направлений деятельности государства и общества. Законодательство Российской Федерации провозглашает экологическую безопасность одним из значимых компонентов национальной безопасности Российской Федерации.

Экологическое образование в современном мире Воспитание экологической культуры личности — это процесс, направленный, во-первых, на расширение возможностей компетентного выбора личностью собственного пути и, во-вторых, на саморазвитие личности. Эковоспитание не навязывает ценности приподосообразного образа жизни, а создает условия для их понимания и выбора, стимулирует этот выбор и влияет на всю последующую креативную деятельность ребенка. Следовательно, современной школе необходимо использовать этот ресурс воспитания.

Педагогические технологии должны быть нацелены на построение сквозной системы экологической культуры всего школьного сообщества, всех его обучающих и воспитывающих сред, представлены деятельностным подходом к формированию экологического мышления, когда экосознание формируется в ходе совместной практической деятельности.

Это позволяет привлечь внимания общества к проблемам экологии и защите окружающей среды, включает учащихся в активную природоохранную деятельность. Они становятся исследователями окружающего мира вместе с учителями, когда знания не передаются, а получаются в ходе совместной деятельности. Следуя принципу: «ЖИТЬ В МИРЕ, КАК В ДОМЕ, А В ДОМЕ, КАК В МИРЕ» можно решить задачи:

- Формирование экологического мышления учащихся
- Смена стереотипов мышления и поведения людей по отношению к природе.
- Формирование непредвзятого взгляда на мир
- Осознание состояния планеты
- Кросс-культурная грамотность учащихся
- Осознание динамики мировых процессов и оснащение учащихся навыками разрешения конфликтов
- Осознание возможностей выбора
- Привлечение внимания общества к проблемам экологии и защите окружающей среды.
- Включение учащихся в активную природоохранную деятельность.

Изучение проблем экологии на факультативных занятиях, на уроках всех учебных предметов, в соответствии с блочной системой, во внеурочной деятельности, в исследовательской деятельности.

Достижение этих целей обеспечивается в рамках школьного экологического проекта «ЭКОЛАЙФ» нетрадиционной методикой, предусматривающей активное участие и взаимодействие самих обучаемых. Методика предусматривает активное участие и взаимодействие детей и включение их в процесс познания. Они становятся исследователями окружающего мира вместе с учителями, когда знания не передаются, а получаются в ходе совместной деятельности.

Цель педагога: разработка педагогических условий воспитания основ экологической культуры и экологического мышления средствами практической природоохранной деятельности, развивать исследовательские навыки детей, умение анализировать и делать выводы.

Для проведения исследования ребята выбирают объект и предмет исследования, составляют план исследования, осуществляют подбор источников изучения, поиск материалов и информации по теме, проводят мониторинг, анкетирование, опросы, проводят измерения, систематизируют данные исследований, оформляют результаты. В своей работе ребята используют следующие методы исследования: метод анализа литературно-информационных источников, полевые методы наблюдения, сравнительно-исторические метод, метод расчета видового разнообразия растительных сообществ и их комплексов, работу с гербарным материалом, работа с коллекциями насекомых, метод статистической обработки данных.

Такие установки способствуют морально-нравственному развитию детей и готовят их к позитивному участию в жизни общества.

В "ЭКОЛАЙФЕ" ведется активная работа по пропаганде экологических знаний. При этом используются такие активные методы как:

- беседы, брейн-ринги, игры
- наглядная агитация: плакаты, выставки
- информационные технологии (работа на сайте, Интернет)
- опросы общественного мнения
- практические дела
- КТД (экологические станции)
- драматизация и креативные конкурсы
- блиц-опросы.
- участие в акциях
- внеурочная деятельность
- экскурсии

Наш "ЭКОЛАЙФ" провел акции «ЖИВОЙ РОДНИК», «БОЛЬШАЯ УБОРКА», «ГОРМАКУЛАТУРА» "СОХРАНИМ БИОРАЗНООБРАЗИЕ" "ДЕНЬ ЗЕМЛИ"!", "МАССЫ ПРОТИВ ПЛАСТМАССЫ!", "ПТИЦЫ НАШЕГО ДВОРА", Единый городской экологический урок «ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ТЕРРИТОРИИ» и др. Результатами этих акций были конкретные дела. Участие в районной, городских и областных конференциях с исследовательскими работами.

В ходе акции «ЖИВОЙ РОДНИК» был очищен родник в районе улицы Можайской, было изъято 185 килограммов мусора.

Акция «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ» ознакомила учащихся нашей школы с результатами проведенного членами объединения «Эколайф» мониторинга запыленности воздуха в

нашей школе. Проведен говорящий журнал, подготовлены и продемонстрированы плакаты.

В рамках акции "ПТИЦЫ НАШЕГО ДВОРА" проведена:

*выставка-презентация "У нас под крылом" о видах зимующих в Ростове птиц и способах подкормки

*учащимися каждого класса были изготовлены кормушки (конкурс с призами) и собраны запасы зерна и прикормки

*экопосты систематически оказывали подкармливание птиц по территории школы и её микрорайона

*"ЭКОЛАЙФ" вывесил кормушки по территории поселка (по ул. Мелитопольская, ул. Конституционная, ул. Грисенко)

*расклеены листовки с призывом к жителям поселка прикармливать птиц (по ул. Мелитопольская, ул. Курчатова и др.)

*опубликована информация о проделанной работе и призывом к общественности на сайте школы

*фото-выставка «Птицы нашего города»

акция "МАССЫ - ПРОТИВ ПЛАСТМАССЫ!"

Этим летом, спасаясь от жары, мы пополнили нашу землю тысячами пластиковых бутылок. Микробы будут разъедать их лет 800!

Так что пора делать свой выбор - ведь, без нашей помощи город не избавится от пластикового хлама никогда.

Мы решили провести креативный конкурс на лучший проект вторичного использования пластмассы.

Что можно сделать из пластиковых бутылок, сданных в переработку? Спортивный костюм для школьника, пластиковую мебель для кафе, детскую посуду и игрушки, новые бутылки, пластиковые бамперы для автомобилей.

Посмотрите, что можно сделать из пластмассы в быту: емкость со льдом, океан в бутылке для будущих капитанов, контейнер для клубков. И даже карнавальный костюм!

В рамках акции проведена выставка работ «Наши соседи по планете»:

Для детей 1-5х классов, ребята из школьного экологического объединения "Эколайф" под руководством Казаковой Н.Ю. провели экологический журнал "СОХРАНИМ БИОРАЗНООБРАЗИЕ".

Если мы хотим видеть наш край в красоте и разнообразии, то должны сохранять, оберегать и преумножать богатства нашей Земли; не относиться халатно к окружающей среде. Нужно создавать природоохранные зоны – музеи под открытым небом, в которых экспозициями и экспонатами стала бы природа донского края. Создавать новые экскурсионные маршруты степные зоны, так как историческая, культурная и научная ценность этих мест очевидна. Например, автобусную экскурсию «Природа донского края» к уникальному памятнику природы – многовековому дубу, Лебяжьему яру, Отрогу.

Любите и оберегайте природу, и она покажет Вам свои богатства!

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПРОСВЕЩЕНИЯ В РЕГИОНАХ РОССИИ НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ, КЕМЕРОВСКОЙ И РОСТОВСКИХ ОБЛАСТЕЙ

Козырева А. А.
Южный Федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии, г. Ростов-на-Дону, Россия
kozyrevastasya@sfedu.ru

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE LEVEL OF ENVIRONMENTAL EDUCATION AND ENLIGHTENMENT IN THE REGIONS OF RUSSIA ON THE EXAMPLE OF TOMSK, KEMEROVO AND ROSTOV REGIONS

Kozyreva A. A.
Southern Federal University, Academy of Biology and Biotechnology, Rostov-on-Don, Russia
kozyrevastasya@sfedu.ru

Аннотация. В статье сравнивается уровень экологического образования и просвещения в трех регионах Российской Федерации: Томской, Кемеровской и Ростовской областях. Ежегодно исполнительные органы областей издают доклады об экологической обстановке. Из докладов можно получить информацию о реализации экологического образования, различных мероприятиях, акциях, образовательных программах, достижениях учеников, количестве участников того или иного события. Важным фактором, оказывающим влияние на уровень экологическое образования и просвещение, является наличие специального закона в регионе. Так в двух из трех областей он присутствует. В статье анализируется корреляция между уровнем экологического образования и просвещения и степенью экологизации законодательства региона. А также делаются выводы о модернизациях, необходимых Ростовской области для качественного развития, отвечающего современным реалиям.

Ключевые слова: экологическое образование, экологическое просвещение, законодательные акты, степень экологизации законодательства, развитие регионов.

Abstract. The article compares the level of environmental education and enlightenment in three regions of the Russian Federation: Tomsk, Kemerovo and Rostov regions. Every year, the executive bodies of the regions issue reports on the environmental situation. From the reports, you can get information about the implementation of environmental education, various events, promotions, educational programs, student achievements, the number of participants in an event. An important factor influencing the level of environmental education and enlightenment is the presence of a special law in the region. So in two of the three areas it is present. The article analyzes the correlation between the level of environmental education and enlightenment and the degree of greening of the legislation of the region. Conclusions are also drawn about the modernizations necessary for the Rostov region for qualitative development that meets modern realities.

Keywords: environmental education, environmental education, legislative acts, degree of greening of legislation, development of regions.

Если мы введем в поисковую строку, например, сервиса Яндекс словосочетание «экологическое образование», то получим ответ со множеством ссылок и предложений, рекомендующих получить это самое экологическое образование. Различные курсы, секции, кружки для учеников всех возрастов, полов, статусов и профессий помогут приобрести новые знания и стать экологически осознанным членом современного

общества. Сейчас эта тенденция стала крайне насущной и заполнила большую часть жизни человека двадцать первого века.

Об уровне экологического образования и просвещения в том или ином регионе мы можем узнать из экологических докладов, которые ежегодно издаются для всеобщего ознакомления. В Томской области исполнительные органы, обладающие полномочиями в сфере экологического образования и просвещения в 2020 году, издали доклад «Об экологической обстановке в Томской области».

Так экологическая тема реализуется в регионе с помощь экологического образования и просвещения, общественного экологического движения, экологического информирования.

По данным доклада в 2020 году успешно завершился проект «Стратегия непрерывного экологического образования и просвещения населения Томской области на 2011–2020 гг.», по итогу которого была реализована система непрерывного экологического образования и просвещения. В результате четкого взаимодействия региональных органов государственного управления, муниципальных органов, учреждений культуры и образования, СМИ была создана трехступенчатая система Центров экологического образования, которые стали местом проведения масштабных мероприятий, акций, реализации экологических проектов, что способствовало увеличению числа участников и активному вовлечению населения.

За прошедший год было проведено более 2000 тысяч мероприятий экологической направленности, в которых приняли участие свыше 279 тысяч человек. Хочется отметить, что данные мероприятия привлекали все слои населения и были ориентированы как на школьников, так и воспитанников детских садов, педагогов, работников культуры, активных и неравнодушных граждан.

Интересен симбиоз ВУЗов и школ. Так сотрудники геолого-географического факультета НИ ТГУ совместно с экологами провели полевой практикум по наукам о Земле «Познай и береги природу!», благодаря которому ученикам была дана возможность поучаствовать в реальной исследовательской работе и получить новые практические навыки.

Для работников образовательной и просветительской среды были организованы различные конференции, конкурсы, где они могли обменяться опытом и идеями, повысить свою квалификацию по различным темам.

Одним из важнейших итогов 2020 года авторы считают создание Закона Томской области «Об экологическом образовании и формировании экологической культуры», который стал отражением государственной политики по этой теме в регионе.

Годом раньше, 24 декабря 2019 года, губернатор Кемеровской области утвердил региональный Закон «Об экологическом образовании и формировании экологической культуры».

При первом знакомстве с докладом Кемеровской области «О состоянии и охране окружающей среды» в 2019 году сразу приятно удивляет, насколько подробно и точно прописан четвертый раздел, посвященный формированию экологической культуры, развитию экологического образования и распространению экологического просвещения на территории региона. Документ охватывает такие важные аспекты, как непрерывное экологическое образование, областные массовые мероприятия, экологическая подготовка кадров производства и управления, экологическая составляющая в системе повышения квалификации и переподготовки кадров, эколого-просветительская деятельность и общественное экологическое движение.

В 2019 году на территории региона насчитывалось 678861 детей, по данным доклада 92,36% из них были охвачены экологическим образованием в той или иной форме.

Свои успехи в освоении образовательных программ по экологии ученики демонстрируют на олимпиадах и конкурсах. Так за 2019 год более 33 тысяч детей приняли участие в международных, всероссийских, областных и городских конкурсах и олимпиадах.

Далее экологическое образование продолжается уже в учебных заведениях. В докладе прописано, что на базе четырех высших учебных заведений реализуются программы для бакалавров и магистров.

Данные программы отличаются большим объемом практических и научно-исследовательских работ, которые дают основу для написания курсовых работ, научных статей и выпускных квалификационных работ, посвященных проблемам рационального природопользования, загрязнений окружающей и среды и методам преодоления этих проблем на территории Кемеровской области.

Важную роль в распространении экологического знания в Кемеровской области играют образовательные учреждения дополнительного профессионального образования, которые реализуют программы повышения квалификации для работников различных предприятия, организация, в том числе и педагогического направления. В рамках ФГОС программа среднего профессионального образования предполагает наличие дисциплины «Экология». В связи с этим образовательные учреждения дополнительного профессионального образования в 2019 году реализовали ряд специальных программ для педагогов, а также круглые столы и мастер-классы. Помимо программ для педагогов также учреждениями были предложены программы и для специалистов других сфер.

В докладе приведены впечатляющие цифры: в целом за 2019 год было обучено по программам экологической направленности свыше 8 тысяч специалистов.

Важной частью реализации закона Кемеровской области «Об экологическом образовании и формировании экологической культуры» является экологическое просвещение, которое приобретает внушительные масштабы на территории региона. Доклад области «О состоянии и охране окружающей среды» приводит такие цифры: всего за 2019 год состоялось почти 52 тысячи мероприятий, участи в которых приняли порядка 1146195 человек. Под этими экологическими мероприятиями подразумеваются различные акции, субботники, экскурсии, экспедиции и походы, экологические смены.

Авторы доклада отдельно выделяют общественные экологические движения, которые заняли большое место в экологопросветительской и экологообразовательной системе Кемеровской области. В документе упоминаются три общественных экологических организаций, в состав которых входят школьники, студенты, их преподаватели, а также активные граждане области. Они участвуют не только в уже реализуемых программах и мероприятиях, а также предлагают и осуществляют собственные.

В Ростовской области функционирует 8 профильных эколого-биологических организаций дополнительного образования, также экологические программы реализуются в многопрофильных организациях дополнительного образования и на базе общеобразовательных учреждений. В последних было насчитано около 2000 тысяч объединений, в которые привлечены 29,5 тысяч донских школьников.

Как для дошкольников, так и для учеников школьных учреждений регулярно проводятся открытые уроки, конкурсы и олимпиады, внеклассные мероприятия, которые призваны воспитать у подрастающего поколения экологическую культуру.

В рамках экологического образования уже взрослых людей были также проведены мероприятия различной направленности, например курсы по повышению квалификации и по получению новых знаний в сфере экологии для педагогов.

В документе приведен список общественных организаций и некоммерческих фондов, в которых задействованы многие неравнодушные граждане Ростовской области. Помимо своей основной работы они много времени и сил вкладывают в улучшение экологической ситуации в населенных пунктах и экологическое образование и формирование экологической культуры у населения.

В Ростовской области нет специального закона об экологическом образовании и просвещении. Я направила обращение в министерство природных ресурсов и экологии Ростовской области с просьбой прокомментировать отсутствие в регионе самостоятельного закона об экологическом образовании и просвещении.

В достаточно короткий срок пришел ответ, где заместитель министра А.В. Кушнарева отметила, что в Ростовской области экологический компонент реализуется на основе как раз областного закона от 11.03.2003 № 316-ЗС «Об охране окружающей среды в Ростовской области» (ст. 6,7,8,14) и государственной программы Ростовской области «Охрана окружающей среды и рациональное природопользование», утвержденной постановлением Правительства Ростовской области от 15.10.2018 № 638 и специальный закон издавать не собираются.

В результате анализа мы наблюдаем, достаточной высокие уровни экологизации законодательства и реализации его в обществе в регионах, где принят специализированный закон: в Томской области и Кемеровской. Логичным будет вывод о том, что специализированный закон об экологическом образовании и просвещении способствовал развитию и расширению данного аспекта в регионах. И в сравнении с ними Ростовская область, к сожалению, уступает.

Список литературы

1. Доклад «Об экологической обстановке в Томской области в 2020 году» // URL: https://ogbu.green.tsu.ru/ (дата обращения: 08.04.2022).
2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса в 2019 году // URL: http://kuzbasseco.ru/ (дата обращения: 08.04.2022).
3. Закон Кемеровской области – Кузбасса от 24 декабря 2019 года N 165-ОЗ Об экологическом образовании и формировании экологической культуры // официальный портал «Кодекс» URL: https://docs.cntd.ru/ (дата обращения: 11.004.2022).
4. Закон Томской области от 29 декабря 2020 года № 172-ОЗ Об экологическом образовании и формировании экологической культуры в Томской области // официальный портал «Кодекс» URL: https://docs.cntd.ru/ (дата обращения: 12.04.2022).
5. Экологический вестник Дона за 2020 // URL: https://минприродыро.рф/ (дата обращения: 09.04.2022).

ПРИРОДОВЕДЧЕСКАЯ ОБУЧАЮЩАЯ ЭКСКУРСИЯ ПО БОТАНИЧЕСКОМУ САДУ

Максименко А.Г.
Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина,
г. Краснодар, Российская Федерация
maximenkoanna@rambler.ru

NATURE STUDY TOUR OF THE BOTANICAL GARDEN

Maximenko A.G.
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin,
Krasnodar, Russian Federation
maximenkoanna@rambler.ru

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос использования обучающих экскурсий в качестве образовательного инструмента. Обучающие экскурсии – это способ организации учебной и воспитательной деятельности, при которой во время ознакомления с объектами показа происходит изучение полезной информации и приобретение новых навыков и умений. От обычных экскурсий, обучающие отличаются большей познавательной направленностью, их цель − не просто познакомить с экскурсионным объектом, а расширить круг знаний человека в какой-либо области.

Ключевые слова: экскурсия, ботанический сад, обучение, программа экскурсии, экологическое образование.

Abstract. The article considers the issue of using educational excursions as an educational tool. Educational excursions are a way of organizing educational and educational activities, in which, during acquaintance with the objects of the display, useful information is studied and new skills and abilities are acquired. From the usual excursions, the training ones differ in a more cognitive orientation, their goal is not just to introduce the excursion object, but to expand the circle of knowledge of a person in any field.

Keywords: excursion, botanical garden, training, excursion program, environmental education.

Сейчас в образовательном процессе начали активно использовать проведение циклов образовательных экскурсий. Данная форма организации мало представлена на рынке экскурсионного предложения города Краснодара. При этом метод весьма удобный, поскольку происходит комплексное закрепление знаний у экскурсантов. Он может являться элементом учебной образовательной программы.

Адаптация экскурсионных циклов уместна в экологическом образовании, способствует комплексному донесению полезной информации, способна решить вопрос о закреплении полученных знаний, содействует психологическому развитию, социализации и расширению окружающего пространства экскурсантов.

Специфичность экскурсии заключается в том, что в ней органически сочетается показ и рассказ. Во время экскурсионного процесса экскурсовод демонстрирует туристам объекты, на основе которых раскрывается тема, сопровождает показ пояснениями, различными историями и фактами, тем самым помогая прочувствовать увиденное и правильно его воспринять. Так же, очень важным аспектом любой экскурсии является ее эмоциональная наполненность. Задача экскурсовода вызвать у туристов определенные чувства от показанного, заставить его сопереживать. Благодаря совокупности этих трех компонентов, информация лучше запоминается, что способствует расширению кругозора

экскурсантов. Определение экскурсии может выглядеть так: это организованный, сопровождаемый объяснениями показ объектов, проводимый по продуманному плану с образовательной или ознакомительной целью (Бочкарь, 2016).

Для того, что бы экскурсия считалась таковой, она должна обладать определенными признаками, которые присущи любой экскурсии и основываться на определенных принципах: наличие определенной темы, цели и задач; наличие экскурсионной группы; наличие квалифицированного экскурсовода или гида; показ экскурсионных объектов, а также незначительная по времени протяженность и, что наиболее важно, организационная основа – планирование с точки зрения реализации образовательного, познавательного процесса. Наиболее уместна научность, доходчивость и связь с практическим аспектами всех демонстрируемых объектов.

Таким образом, сущность экскурсии заключается в сумме знаний, в специфической форме сообщаемых экскурсантам, и определенная система действий по их передаче. В настоящее время существует систематизация типов и видов экскурсий, на основании которой применяются различные методики ее организации (Долженко, 2008).

Особой формой экскурсии являются экскурсии с обучающей направленностью. Основной отличительной чертой таких экскурсий является получение новой, полезной информации, которая в дальнейшем может быть использована. Выделяют несколько видов обучающих экскурсий: экскурсия-консультация и экскурсия-демонстрация, с наглядной демонстрацией объектов; экскурсия-урок, проводимая в рамках основной образовательной программы и учебная экскурсия, которая может быть и производственной, включать ознакомление с объектами практического профессионального интереса экскурсантов. Данное деление весьма условно, так как существуют экскурсии с образовательной направленностью, которые совмещают в себе сразу несколько подвидов.

При создании экскурсии цель имеет существенное значение, определяет объект показа и рассказа. Задачи определяют выбор наглядных пособий и эмоциональный настрой экскурсии. В качестве экскурсионных объектов могут использоваться:

− природные объекты – растения, водные объекты, пещеры, луга, геологические обнажения и так далее;

− произведения архитектуры, улицы и площади городов и поселков;

− памятные места, связанные с историческими событиями; экспозиции и прочее.

Для того что бы правильно выбрать экскурсионные объекты, проводится их оценка в соответствии познавательной ценностью, возможностью их использования в формировании мировоззрения экскурсантов; экзотичностью и неповторимостью объектов, в т.ч. природного характера, выразительностью самих объектов, их особое взаимодействие с окружающей средой; сохранностью и месторасположением.

Правильный отбор объектов обеспечит лучшее зрительное восприятие материала и глубокое раскрытие темы. В лучшем случае, объекты не должны повторяться от экскурсии к экскурсии. При невозможности выполнения этого правила, следует в зависимости от темы, раскрывать этот объект с разных точек зрения. Это способствует сохранению интереса экскурсантов. Оптимальная продолжительность обзорной экскурсии 2–4 академических часа, число объектов не больше 15–20. Слишком большое число объектов мешает глубине освещения темы, недостаточное количество не создает полноценного зрительного восприятия.

Экскурсионный маршрут – это путь следования экскурсионной группы в соответствии с темой. Основные требования, которые должны быть учтены составителями маршрута – это организация показа объектов в логической последовательности и обеспечение зрительной основы для раскрытия темы. Построение маршрута определяется темой экскурсии и местом расположения объектов. Он должен быть компактным, не

должен содержать слишком длинных проездов или проходов между объектами показа. Время этих переходов не должно превышать 10–15 мин. Маршруты могут строиться по тематическому, тематико-хронологическому или комплексному принципу. Разработка маршрута завершается составлением схемы маршрута экскурсии. Обработка материала по теме экскурсии заключается в работе с предварительно составленным библиографическим списком, изучение необходимой информации и выбор той, которая необходима для составления контрольного текста экскурсии.

Обучающие природоведческие экскурсии имеют цель наглядно познакомить экскурсантов с разнообразной флорой территории.

Идеальным местом для проведения природоведческой экскурсии являются ботанические сады. В городе Краснодар их два: ботанический сад им. проф. И.С. Косенко (Кубанского государственного аграрного университета) и ботанический сад Кубанского государственного университета. Первый обладает очень хорошо развитой инфраструктурой, но очень многолюден, что может создавать определенные трудности при перемещении.

Второй – ботанический сад закрытого типа, имеет более научный статус, не обладает так хорошо развитой инфраструктурой, для проведения образовательной экскурсии подходит больше, чем первый из-за меньшего числа людей. Лучшее время для этого маршрута – с конца мая по сентябрь. Наиболее важно – учесть вероятность дождя, что связано с необходимостью передвижений по траве. Для проведения экскурсии организованную группу, не больше 10 человек, необходимо доставить к ботаническому саду.

Стандартный экскурсионный маршрут природоведческой экскурсии в ботаническом саду Кубанского госуниверситета (г. Краснодар, ул. Гоголя, 92) включает посещение Дендрария №1, коллекционных участков, розария, дендрария №2, водного объекта – пруда.

В целом разработка цикла обучающих экскурсий – многосторонняя образовательная задача. В экологическом образовании наиболее важно комплексное информационное обеспечение, сведения о природе региона (Краснодарского края). Отдельного внимания заслуживают проблемы, связанные с популяризацией и продвижением подобных обучающих программ, особенно среди обозначенных целевых аудиторий. Идея, что экскурсия – удобный инструмент обучения, — это целый комплекс специальных мероприятий. Требуется разработка презентационного материала, наглядно демонстрирующего запланированную программу экскурсии, также необходим грамотный подход самого экскурсовода или представителя туристской компании, формирующего группу, или занимающегося комплектованием подобного экскурсионного продукта по заказу.

Список литературы

1. Бочкарь Е.В., Максименко А.Г. Обучающая природоведческая экскурсия для детей с ограниченными возможностями / Вестн. научн. общества геогр. ф-та: матер. молодежной науч.-практ. конф. «Наука, творчество и инновации молодых ученых в XXI в.» Краснодар, 2016. С. 15–18.
2. Долженко Г.П. Экскурсионное дело: учебн. пособ. М.; Ростов н/Д, 2008. 272 с.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Мирнова М.Н.
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия
mnmirnova@sfedu.ru

FORMATION OF A SYSTEM OF CONTINUOUS ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE ROSTOV REGION

Mirnova M.N.
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
mnmirnova@sfedu.ru

Аннотация. В статье раскрываются основные направления и условия формирования системы непрерывного экологического образования в Ростовской области. Развитие системы непрерывного экологического образования, воспитания и просвещения населения заключается в создании целостной системы важных условий (организационно-методических, психолого-педагогических, информационных, материально-технических и др.) для модернизации основ политики в области экологического образования и просвещения, для формирования нового экологического мировоззрения и образа жизни общества, улучшение состояния окружающей среды и достижение с ней гармонии, создание благоприятных условий существования населения региона Ростовской области.

Ключевые слова: экологическое образование, экологическая ситуация, воспитание и просвещение.

Abstract. The article reveals the main directions and conditions for the formation of a system of continuous environmental education in the Rostov region. The main goal of developing a system of continuous environmental education, upbringing and enlightenment of the population is to create a set of necessary and sufficient conditions (organizational and methodological, psychological and pedagogical, informational, material and technical, etc.) for improving the foundations of policy in the field of environmental education and enlightenment for the formation of a new outlook and way of life of the society, improvement of the state of the environment and achievement of harmony with it, creation of favorable conditions for the existence of the population of the region of the Rostov region.

Keywords: ecological education, ecological situation, upbringing and enlightenment.

В настоящее время Россия вступила в эпоху реализации проектов хозяйственного значения. В настоящее время актуальным становится формирование экологической культуры населения, которое может быть достигнуто при условии функционирования целостной развитой системы непрерывного экологического образования, просвещения и воспитания всех групп населения, с учетом экологических традиции.

В сложившейся сложной экономической ситуации в стране отсутствует возможность выделять бюджетные средства на цели экологического образования, воспитания и просвещения. Возникает необходимость использовать для формирования непрерывного экологического образования, воспитания и просвещения в России все доступные ресурсы, как научные, организационные и финансовые, привлекать к решению проблем представителей науки, образования, культуры, а также природоохранных структур и общественного экологического движения.

Реализация идеи непрерывного экологического образования, воспитания и просвещения актуальна на сегодняшний день, и становится целостной системой целей,

задач и принципов, при этом составляет основу государственной политики в области экологического образования и просвещения, определяет основные направления реализации и формирования экологической культуры общества.

Все направленные меры на развитие системы непрерывного экологического образования в России должны предусматривать создание необходимых и особо важных условий для воспитания экологически грамотного человека, способного осознавать и решать возникающие проблем природы и окружающей среды, обладающего ключевыми компетенциями, необходимыми для экологически грамотного решения задач социально-экономического развития региона.

Основная цель формируемой системы непрерывного экологического образования, воспитания и просвещения населения – создание системы необходимых и достаточных условий (организационно-методических, психолого-педагогических, информационных, материально-технических и др.) для совершенствования основ политики в области экологического образования и просвещения для формирования нового мировоззрения и образа жизни общества, улучшение состояния окружающей среды и достижение с ней гармонии, создание благоприятных условий существования населения региона Ростовской области.

Основными задачами формируемой системы непрерывного экологического образования, воспитания и просвещения населения должны стать:

- обоснование системы научно-методическог сопровождения реализации непрерывного экологического образования населения;
- создание и развитие системы непрерывного экологического образования и просвещения на основе фундаментальных национальных и общечеловеческих ценностей гармоничного соцразвития природы, человека и общества;
- определение и разработка приоритетных направлений развития непрерывного экологического образования и просвещения в изменяющихся социально-экономических условиях общества;

Ожидаемые результаты, которые планируются получить при реализации проекта: повышение уровня экологической направленности и культуры населения; эколого-экономический эффект, проявляющийся в улучшении состояния окружающей среды, здоровья населения и устойчивого социально-экономического развития региона.

Экологическая культура должна стать основной частью общечеловеческой и национальной культуры, включать систему социальных отношений, материальных ценностей, норм и способов взаимодействия общества с окружающей средой, преемственно формулируемая в общественном сознании и поведении людей на протяжении жизни и деятельности поколений непрерывным экологическим образованием и просвещением, способствующая здоровому образу жизни, духовному развитию общества, устойчивому социально-экономическому развитию, экологической безопасности общества и человека(Пономарева, Соломин 2005).

Формирование экологической культуры должно быть направлено на формирование у всех возрастов и социальных групп активной общественной позиции как в деле отстаивания своих законных прав на благоприятную окружающую среду, так и в деле практического участия в мероприятиях по формированию такой благоприятной среды, предотвращение и недопущение экологических правонарушений (Соломин, 2005).

Основными направлениями деятельности по формированию экологической культуры населения Ростова-на-Дону и области должны стать: совершенствование системы экологического образования (подготовка педагогических кадров новой формации; подготовка административного состава образовательных учреждений через организацию курсов повышения квалификации, курсов переподготовки, подготовки специалистов в

рамках программ высшего профессионального образования, дополнительного образования на базе Южного федерального учреждения Ростова-на-Дону; создание Центра непрерывного экологического образования на базе Южного федерального учреждения Ростова-на-Дону, координирующего работу экспериментальных площадок экологического образования на базах образовательных учреждений Ростова-на-Дону и области, использование ресурсной базы вуза (лаборатории Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ботанический сад, Карбоновый полигон, Зоопарк, биолого-экологические и краеведческие музеи, туристические базы, библиотеки и др); развитие эколого-просветительской деятельности на всех уровнях образования начиная с детсадов, школ, колледжей, лицеев, вузов, учреждений дополнительного образования детей и взрослых; развитие проектно-исследовательской деятельности в образовательных учреждениях, вовлечение родителей, детей, преподавателей к участию в работе Проектной смены Южного федерального университета; оказание поддержки образовательным и детским общественным организациям, ведущим активную работу в экологическом направлении; привлечение общественных объединений и иных некоммерческих организаций к решению актуальных экологических проблем; проведение общегородских массовых экологических мероприятий, направленных на привлечение внимания населения Ростова-на-Дону и области к вопросам охраны окружающей среды, обеспечению безопасности жизнедеятельности и здоровья; развитие системы профессиональной подготовки (переподготовки) и повышения квалификации руководителей и специалистов, ответственных за принятие решений в области природопользования, охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности на базе Центра непрерывного экологического образования, воспитания и просвещения.

Важно повышение информированности деловых кругов Ростова-на-Дону по вопросам законодательства в области охраны окружающей среды и рационального природопользования, а также обучение их методам управления с учетом экологического фактора. При этом необходимо создание специальных программ на каналах телевидения и радио, освещение актуальных проблем охраны окружающей среды в средствах массовой информации и при помощи социальной рекламы, рекламных роликов экологического и культурно-просветительского характера. Важно создание экологического туризма на Дону, проведение фестивалей, экологический акций, мероприятий (Экология большого города, Чистый берег, День Эколога и др.), создание экологического лагеря для школьников и студентов исследовательского типа(Мирнова,2017).

Создание системы предоставления экологической информации через увеличение объема издаваемой специализированной литературы, журналов, газет, буклетов, рекламной продукции по экологической проблематике и ее распространение среди населения, совершенствование работы экологической видеотеки; создание и поддержание веб-сайтов по актуальным вопросам охраны окружающей среды.

В Ростовской области на базе Южного федерального университета создается интерактивная Красная и Черная Книги Ростовской области, создаются волонтерские молодежные экологические движения, привлекаются к его работе школьники, родители, студенты, преподаватели др., общественные организации которые могут стать объединяющей площадкой для более 100 организаций и добровольческих объединений города и области в сфере охраны окружающей среды.Важно организовать обучение экологических волонтеров для оказания содействия в ликвидации последствий экологических ситуаций и катастроф (очистке загрязненных береговых полос водных ресурсов региона, лесонасаждений и др.)

Основные направления модернизации экологического образования школьников должны затронуть новые образовательные программы образовательных учреждений, в

которых необходимо включение регионального компонента экологического образования. Еще одним важным направлением усовершенствования становится введение новых элективных курсов экологического характера в старшее звено школ 10-11 класс, это касается в первую очередь расширения проектно-исследовательской деятельности в основном и старшем звене школ, направленных на профориентацию на будущие профессии, связанные с экологий региона. Так же, проведение всероссийских и международных экологических конференций, конкурсов с разработкой экологических проектов практико-ориентированного характера, с последующим внедрением и освещением результатов в СМИ (Мирнова, 2017).

Конечно, в данной системе важно создание полной информационной базы всех учебных заведений и вакансий новых профессий в регионе, связанных с экологией, это необходимо для повышения статуса профессий экологической направленности и возможности трудоустройства выпускников.

Средствами научно-методического сопровождения непрерывного экологического образования населения должны выступить: научно-информационная поддержка непрерывного экологического образования, опирающаяся на новейшие технологии образования; развитие и внедрение новых методов обучения, воспитания, просвещения, в том числе, методов проектного, исследовательского и дистанционного обучения и самообразования населения; введение в содержание всех уровней образования обязательного минимума экологических знаний и умений; создание и развитие Центра непрерывного экологического образования, воспитания и просвещения на базе Южного федерального университета для обеспечения синтеза науки и практики в деле экологического образования на всех его уровнях; вовлечение сети особо охраняемых природных территорий в систему непрерывного экологического образования населения; системный анализ состояния экологического образования в РО и опубликование его отдельным разделом в СМИ(Лешкевич, Мирнова, 2020).

Таким образом, формирование системы непрерывного экологического образования возможно через систему выстроенных мероприятий, созданных условий, затрагивающих все основные направления деятельности, с учетом всех возрастов населения Ростовской области.

Список литературы

1. Лешкевич В.В., Мирнова М.Н. Формирование экологической культуры школьника в биологическом образовании / Естествознание и естественнонаучное образование в условиях цифровизации и технологического обновления.//Материалы международной научно-практической конференции. 2020. С. 86-89.
2. Мирнова М.Н.Состояние экологического образования на современном этапе модернизации школьного образования/ Экологическое образование и экологическая культура: современное состояние, проблемы и перспективы.//Материалы Международной студенческой научно-практической конференции. Отв. ред. Разаханова В.П., 2017. С. 11-16.
3. Пономарева И.Н. Экологическое образование в российской школе: История. Теория. Методика: учебное пособие /И.Н. Пономарева, В.П. Соломин. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2005. 415 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРОПА КАК СИСТЕМООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ

Приходько С.А., Бурдина И.Л.
ГУ «Донецкий ботанический сад», г. Донецк, Донецкая Народная Республика
donetsk-sad@mail.ru

ENVIRONMENTAL TRAIL AS A SYSTEMIC FORMATION FACTOR FOR RAISING THE ENVIRONMENTAL AWARENESS OF LOCAL POPULATION

Prykhodko S.A., Burdina I.L.
Public Institution «Donetsk Botanical Garden», Donetsk, Donetsk People's Republic
donetsk-sad@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы организации и использования экологических троп как средства повышения экологической культуры населения. Разработана концепция и описан проект экологической тропы «Сто шагов в природу» на территории Донецкого ботанического сада. Представлены формы эколого-просветительской работы с различными категориями посетителей на экологической тропе для знакомства с понятием «Экосистема», представителями флоры и фауны родного края, в том числе исчезающими, а также формирования целостного представления о богатой природе Донбасса, осознания важности ее охраны. Охарактеризован эколого-экономический и социальный эффект от реализации проекта.

Ключевые слова: Донецкий ботанический сад, экологическая тропа, экологическая культура, экопросвещение, рекреация.

Abstract. The paper presents the aspects of organization and use of environmental trails as means for raising environmental awareness of local population. A concept has been formulated and a draft project of the environmental trail named «One Hundred Steps into Nature» in the area of the Donetsk Botanical Garden was described. This work introduces some forms of environmental educational work aimed at various visitor categories in the ecological path, including informing on the concept of ecosystem, flora and fauna representatives of our native land, including endangered ones, as well as the formation of a comprehensive view of the rich Donbass nature and its protection. The ecological, economic and social effect of the project implementation is characterized.

Keywords: Donetsk Botanical Garden, environmental trail, environmental awareness, ecological education, recreation.

В современном мире особую актуальность приобретает необходимость повышения экологической культуры населения, которая не только характеризует качество взаимодействия человека и природы, но и «отражает тот уровень культуры, носителем которого он является» (Панова, 2013).

Формирование и развитие экокультуры личности осуществляется в процессе экологического образования путем передачи ценностных ориентиров и последующей экологизацией сознания.

Одним из наиболее действенных и перспективных инструментов экологического просвещения, направленных на формирование экологического мировоззрения, и способа гармонизации человека с окружающей природной и социальной средой, является создание экологических троп. Они способствуют созданию условий для воспитания грамотной поведенческой доминанты человека в окружающей среде.

Экологическая тропа – благоустроенный инфраструктурный объект линейного типа, включающий в себя различные природные элементы, имеющие эстетическую, природоохранную, историческую ценность, обеспечивающий реализацию рекреационных, культурно-познавательных, спортивно-оздоровительных потребностей населения во время нахождения в природной среде (Будаева, 2020).

Многими авторами исследовано понятие «экологическая тропа», систематизированы ее виды и задачи, а также изложен опыт создания и функционирования (Реймерс, 1990; Васюков, 2015; Ломакин, 2016; Сукнев, 2018; Волочаев, 2020; Ермохин, 2021 и др.)

Первые тропы появились в начале прошлого века в США. Отмечается успешный опыт организации национальных троп во многих странах дальнего зарубежья: Австралии, Германии, Канаде, США, Японии и многих других. На сегодняшний день в России насчитывается около 300 экологических троп. Широкому распространению троп способствует то, что их обустройство является малозатратным, не требующим сложных технических решений.

Посетители троп имеют возможность получать и усваивать информацию о природных объектах, наблюдать за животным и растительным миром непосредственно в естественных условиях. Прямой контакт человека с природой, живущего в антропогенно изменённой среде, способствует «наглядно-чувственному, эстетическому, творческому, эмоциональному и речевому развитию личности», осознанию и пониманию необходимости охраны природы и сохранения биоразнообразия для будущих поколений (Ломакин, 2016).

Экологическая тропа призвана решать следующие задачи:

образовательную и воспитательную (расширение знаний о богатстве местной флоры и фауны, об экосистемах, природных объектах, процессах и явлениях, развитие экологической культуры);

познавательную (развитие творческого мышления и наблюдательности, приобретение эмоциональных впечатлений и новых ощущений);

рекреационную (удовлетворение эстетических потребностей жителей урбанизированных территорий в общении с природой и мотивация к здоровому образу жизни, отдыху в природной среде);

природоохранную (определение рационального режима природопользования, снижение антропогенной нагрузки на всю площадь природной территории вследствие перераспределения потока посетителей на специально оборудованные участки и объекты троп).

Экологические тропы служат природной, натуралистической базой для организации разнообразной эколого-просветительской деятельности на особо охраняемых природных территориях различных категорий. К их числу относятся ботанические сады, которые традиционно играют весомую роль в популяризации научных знаний в области ботаники и экологии.

Донецкий ботанический сад (далее – ДБС), являясь ведущим научным учреждением биологического профиля, многофункциональным центром просвещения и рекреации и важным объектом познавательного туризма в Донбассе, уделяет большое внимание развитию территории: повышается эстетическая привлекательность и информационная наполненность коллекций и экспозиций, создаются участки для активной рекреации, разрабатываются эколого-образовательные программы (Приходько, 2021).

Экологическая тропа располагается в северной части ДБС вдоль набережной пруда № 6 между береговой линией и сиреневой аллеей и представляет собой линейное пространство длиной 630 м и проложенную между ними пешеходную дорожку из тротуарной плитки шириной 2,5 м (рис. 1).

Рисунок 1. Схема экологической тропы «Сто шагов в природу»

Основы данного участка на территории ДБС были заложены в 1970-х– начале 1980-х годов, были произведены высадки деревьев вдоль береговой линии пруда: ивы белой форма плакучая, клена явора, клена остролистного, робинии псевдоакации, дуба черешчатого, боярышника однопестичного, ольхи серой, тополя бальзамического, сирени амурской и др., травяной покров образуют спонтанна флора из кустарниковых и травянистых растений местной флоры. Позднее здесь были высажены группы хвойных растений из ели колючей, сосны обыкновенной, лжетсуги Мензиса. В 1987 году было принято решение о создании экспозиции «Экологическая тропа» и проложена пешеходная дорожка.

В течение последующих лет на этой территории высаживали куртинами и группами дерен белый, яблоню домашнюю, клен приречный, черемуху позднюю, снежноягодник белый, чубушник венечный, калину обыкновенную, жимолость синюю, эвкомию вязолистую, жимолость татарскую и др. Были созданы живописные группы из груши обыкновенной, клена остролистного, сумаха оленерогого. В 2000 году на экотропе высажены ива розмаринолистная, туя западная, роза морщинистая, в 2010-2012 годах – бобовник альпийский и анагиролистный, аморфа кустарниковая, церцис канадский, стафилея трехлисточковая, красивоцветущие и декоративнолиственные сорта барбариса Тунберга, виды родов пузыреплодник, спирея, бузина, калина, чубушник, свидина, бирючина.

В 2015 году один из кварталов тропы был отведен под создание экспозиции «Ивовый садик». Посадочный материал получен путем переноса из коллекции «Дендрария» 10 видов рода ива укорененными черенками. Следующий квартал «Клены» также наполнен уникальными для Донбасса, прошедшими интродукционное испытание в «Дендрарии» и интродукционном питомнике, саженцами 8 видов. Для создания декоративного эффекта в весенний период созданы массивы из нарцисса поэтического, для чего высажено более 2000 луковиц.

В настоящее время продолжается насыщение экологической тропы видовым разнообразием древесных растений, сейчас произрастает более 60 видов деревьев и кустарников.

Маршрут использовался в основном для образовательных целей, проведения занятий и практик для студентов биологического профиля, сбора гербарных и энтомологических образцов. С 2010 года, когда администрацией ДБС было разрешено посещение сада не только организованными группами, но и совершать самостоятельные прогулки, экологическая тропа и береговая линия стали одним из мест притяжения посетителей. Этому способствует живописность пейзажа, где с одной стороны находится береговая линия пруда и открываются прекрасные виды на противоположный берег, с другой – групповые посадки древесных интродуцентов и растения природной флоры. Весной радуют своим цветением чубушник венечный, бобовник анагиролистный, жимолость

пятигнездная, церцис европейский f. Albida и другие. Сиреневая аллея, к которой примыкает участок с южной стороны, в мае создает красочный фон для растений на экотропе. Привлекают внимание цветение и плодоношение нескольких видов боярышника, калины, кизильника, бузины и других растений осенью.

Таким образом, экологическая тропа в ДБС отвечает основным критериям, предъявляемым к таким участкам: доступность для посещения, привлекательность и разнообразие ландшафта. Поэтому ее развитие, зонирование территории, наполнение информационными материалами будет способствовать формированию привлекательной и комфортной рекреационной экозоны.

Нами разработана концепция экологической тропы «Сто шагов в природу».

Основными целями при разработке маршрута являются:

создание уникального образовательного и рекреационного пространства для повышения экологической культуры населения и условий для отдыха и туризма для различных целевых групп,

использование технологий с минимальным воздействием на природу и деликатное встраивание в ландшафт,

перераспределение рекреационной нагрузки с экспозиционно-коллекционной зоны на собственно рекреационную.

Разработан паспорт экологической тропы – документ, содержащий описание и важные сведения о ней.

Паспорт экологической тропы «Сто шагов в природу»:

1. Название экотропы: «Сто шагов в природу».

2. Вид экотропы: по назначению – прогулочно-познавательная, по виду перемещения – пешеходная; по времени действия – всесезонная; по форме маршрута – линейная; по форме организации – групповая и индивидуальная.

3. Цели и задачи: создание уникального образовательного и рекреационного пространства для повышения экологической культуры населения и условий для отдыха и туризма для различных целевых групп.

4. Местонахождение: ГУ «Донецкий ботанический сад».

5. Краткое описание маршрута: маршрут проходит по территории Северного массива ДБС вдоль набережной пруда № 6 с одной стороны и ограничивается сиреневой аллеей с другой. Протяженность – 630 метров, расстояние между информационными стендами – 50–70 метров; время прохождения маршрута – около 1 часа.

6. Режим использования: круглогодично.

7. Ограничения рекреационной нагрузки не предусмотрено.

8. Информационно-рекреационная составляющая: информационные стенды, площадки для отдыха, арт-объекты, интерактивные зоны.

9. Необходимые мероприятия по уходу за экотропой: регулярная уборка территории, сохранность и ремонт информационных элементов, контроль за соблюдением правил поведения на маршруте.

Целевая аудитория не имеет ограничений, эта территория будет интересна для любой возрастной и социальной группе. Однако, на экотропе возможно проведение специализированных экскурсий для школьников, студентов, специалистов, семей с детьми и др. Также ширина дорожки позволит использовать рекреационный маршрут для маломобильных лиц.

Разработана планировочная структура тропы, составлен рабочий проект ее оснащения. На маршруте планируется размещение информационных стендов, аншлагов, видовых площадок и мест для кратковременного отдыха, интерактивных и игровых элементов, указателей с нанесением остановок, цитат о природе и наименованием

растений, малых архитектурных форм, арт-объектов, урн для мусора в экостиле. Все элементы будут изготовлены из натурального материала (обработанной древесины), а их стилистика должна органично вписываться в окружающий ландшафт.

Необходимым требованием для грамотного обустройства экотропы является ее информативность, в связи с этим запланировано научно-информационное обеспечение оснащения тропы, определена тематика содержания аншлагов и информационных щитов, которые включают в себя познавательное и эмоциональное содержание и позволят проходить маршрут без сопровождения экскурсоводов.

На экологической тропе предусмотрено 13 остановочных станций. Ее начало и конец будут обособлены входным аншлагом, с изображением схемы и правилами поведения на экотропе.

Станция «Лесная школа» будет включать в себя стенд с информацией «Растения красной книги Донбасса» и оборудована стилизованным под ствол дерева столом для занятий организованных групп и отдыха посетителей (рис. 2).

Рисунок 2. Станция «Лесная школа», стол для занятий.

Место для расположения информационного щита выбрано неподалеку от экспозиции «Редкие, эндемичные и реликтовые растения Донбасса». Здесь экскурсанты смогут получить информацию о данном участке и представленных на ней растениях, узнать о направлении деятельности ДБС по сохранению биоразнообразия ex situ, а также посетить специализированную экскурсию.

Образовательный стенд «Типичные представители природной флоры Донбасса» на станции «Ботаническая» познакомит всех гостей маршрута с особенностями флоры степи. На берегу пруда будет размещена информация о прибрежно-водных растениях и проблемах сохранения водных экосистем.

Следующая остановка – «Видовая площадка» – оборудованная зона отдыха с пейзажным видом на водную гладь, она будет дополнена фотозоной в виде арт-объекта.

Остановка «Причал» будет выглядеть как оснащенная деревянным столом и лавками зона отдыха, а информационная составляющая будет в виде двух щитов, составленных из спилов древесных пород видов природной флоры и ценных интродуцентов. Посетители Сада познакомятся с отличиями строения коры и древесины различных пород деревьев, научатся различать их в природе, определять возраст, узнают их полезные свойства.

Далее планируется размещение нескольких остановочных пунктов, на которых можно будет ознакомиться с разнообразием животного мира Донбасса. Станция «Поляна»

предусматривает 2 образовательных щита «Исчезнувшие виды степной фауны» и «Представители фауны Донбасса». На остановке «Птичий квартал» будут представлены варианты изготовления домиков и кормушек для птиц и установлен стенд со сведениями о них.

На станции «Природные чувства» будет проложена «тактильная дорожка» с чередованием покрытия из различных природных материалов, которая поможет участникам маршрута почувствовать себя в гармонии с природой.

Станция «Интерактивное колесо» несет посыл «Что ты можешь сделать для охраны природы?», познакомит экскурсантов с простейшими способами и полезными привычками по сохранению окружающей природной среды.

Остановка «Степная» в наглядной форме раскроет понятие о степной экосистеме и ее изменениях под влиянием хозяйственной деятельности человека.

Зона «Спортивная» будет оборудована элементом «линейка», на которой юные посетители смогут проявить двигательную активность и поупражняться в прыжках в длину.

На конечной станции «Историческая» экскурсанты смогут ознакомиться с памятником сакрального искусства половцев (кипчаков) IX-XI века - Половецкой каменной бабой. Краеведческая информация о ней будет размещена на стенде.

Маршрут будет использоваться как для проведения обзорных сезонных экскурсий, экологических занятий, мероприятий для различных целевых групп, а также на ней будет интересно и совершить самостоятельные прогулки. Информационная составляющая всегда будет доступна.

Экскурсия по экотропе «Сто шагов в природу» будет сочетать в себе источник знания и эстетическое восприятие природы, благодаря чему экскурсанты получают мощный заряд положительных эмоций. Их внимание будет фокусироваться на несложных, но в тоже время очень важных объектах, явлениях и фактах, а в результате будет способствовать формированию экологической культуры и этики.

Таким образом, насыщение информационным наполнением объектов инфраструктуры ДБС станет значимой частью ландшафтной архитектуры и фактором, направленным на повышение экологической культуры общества, будет способствовать сохранению природного богатства Донбасса и развитию экотуризма в Республике.

Список литературы

1. Будаева Д.Г., Сукнев А.Я., Максанова Л.Б.-Ж., Шарипов М.Ю. Актуализация понятия «экологическая тропа» в контексте современного развития экологического туризма в России // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 12. – С. 62-67. URL: https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37538 (дата обращения: 02.02.2022).
2. Васюков М.М., Теодоронский В.С. Некоторые вопросы формирования зеленых насаждений при устройстве экологических троп (ООПТ «Тушинская Чаша», «речка Котловка», Москва) //Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2015 – № 5. С. 113–119.
3. Волочаев ВИ.С., Трушева Н.А., Напсо И.М. Роль экологических троп в развитии культуры населения // Экологические проблемы рекреационного использования горных лесов: материалы I Всеросс. науч.-практ. конф. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2020. – С. 44-50.
4. Донецкий ботанический сад: история и современность / под общ. ред. С.А. Приходько. Донецк: ИПП «ПРОМИНЬ», 2020. 324 с.

5. Ермохин, А. А. Разработка ландшафтной организации входного участка экологической тропы в главном ботаническом саду РАН им. Н. Е. Цицина / А. А. Ермохин // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики - 2021: Материалы международной научно-технической конференции, Саратов, 01–30 апреля 2021 года / Под научной редакцией О.Б. Сокольской и И.Л. Воротникова. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2021. – С. 61-68.
6. Ломакин И.А. Экотропа как средство формирования экологической культуры и рационального природопользования / И.А. Ломакин, Е.И. Попова // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11. – С. 146–150. – URL: http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36200 (дата обращения: 15.02.2021).
7. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
8. Панова В.А. Начальное экологическое образование в условиях современного города // Концепт. – 2013. – № 10 (26). – С. 61–65.
9. Приходько С.А., Бурдина И.Л. Донецкий ботанический сад как многофункциональный центр просвещения и рекреации // Устойчивое развитие особо охраняемых природных территорий. Сб. ст. VIII Всеросс. (нац.) науч.-практ. конф., 7-9 октября 2021, Сочи. Сочи: Донской издательский центр, 2021. Т. 8. С. 295-302.
10. Сукнев А.Я., Рыгзынов Т.Ш. Создание и обустройство экологических троп как необходимое условие развития организованного экологического туризма на Байкальской природной территории // Сервис в России и за рубежом 2018. № 4 (81). С 64-74.

ЕДИНСТВО ПРИРОДНОГО И ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КИСЛОВОДСКИЙ»

Юферева В.В., Ярыльченко Т.Н.
ФГБУ «Национальный парк «Кисловодский», г. Кисловодск, Россия
vv_yufereva@mail.ru

THE UNITY OF NATURAL AND HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE IN THE FORMATION OF ECOLOGICAL ROUTES OF THE KISLOVODSK NATIONAL PARK

Yufereva V.V., Yarylchenko T.N.
Kislovodsk National Park, Kislovodsk, Russia
vv_yufereva@mail.ru

Аннотация. Национальный парк «Кисловодский» - уникальная территория, имеющая «двойной» особый статус. Историческая основа ООПТ – Кисловодский курортный лечебный парк – является объектом культурного наследия федерального значения. В эколого-просветительской деятельности национального парка успешно реализуется концепция единства природного и историко-культурного наследия. Богатая двухвековая история парка, его архитектурные ансамбли, ландшафтные и историко-культурные достопримечательности, разнообразный природно-территориальный комплекс дают возможность гибко комбинировать использование отдельных объектов показа на экологических маршрутах в соответствии с потребностями конкретных целевых групп посетителей ООПТ, а также опосредованно сочетать основное познавательное, просветительское значение с дополнительными функциями, например, лечебно-оздоровительной. Яркий пример этого особенные маршруты – терренкуры. Национальный

парк «Кисловодский» одна из наиболее посещаемых заповедных территорий России, в 2021 году поток посетителей составил более 2 000 000 человек.

Ключевые слова: национальный парк «Кисловодский», экологические маршруты, экологическое просвещение.

Abstract. The Kislovodsk National Park is a unique territory with a "double" special status. The historical basis of the protected area – the Kislovodsk Resort Medical Park - is an object of cultural heritage of federal significance. The concept of unity of natural and historical and cultural heritage is successfully implemented in the ecological educational activities of the national park. The rich two-century history of the park, its architectural ensembles, landscape and historical and cultural attractions, a diverse natural and territorial complex make it possible to flexibly combine the use of individual display objects on ecological routes in accordance with the needs of specific target groups of visitors to protected areas, as well as indirectly combine the main cognitive, educational value with additional functions, for example, therapeutic and wellness. A vivid example of this is the special routes - terrencures. The Kislovodsk National Park is one of the most visited protected areas in Russia, in 2021 the flow of visitors amounted to more than 2,000,000 people.

Keywords: Kislovodsk National Park, ecological routes, environmental education.

В 2021 году Национальный парк «Кисловодский» отметил свой первый юбилей в статусе особо охраняемой природной территории федерального значения (Постановление Правительства РФ от 2 июня 2016 г. N 493; Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 20 февраля 2017 г. N 67). Без преувеличения, данная ООПТ – одна из самых необычных в заповедной системе России. Уникальность национального парка «Кисловодский» многогранна: история создания и развития; мощный лечебно-рекреационный потенциал; разнообразный, живописный природно-территориальный комплекс; значительное историко-культурное наследие (Материалы комплексного…, 2015).

Основа национального парка «Кисловодский» – один из старейших парков региона Кавказские Минеральные Воды, известный Кисловодский курортный лечебный парк, первые аллеи которого были заложены в 1823 году на каменистых безлесных склонах Джинальского хребта. Современная площадь покрытая лесом составляет более 2/3 ООПТ (662 га). За почти два века рукотворные зеленые насаждения парка стали не только уникальной рекреационной территорией, но и обогатили биоразнообразие местности, создав условия для обитания многих типично лесных видов. История создания и развития парка – яркий и мотивирующий пример того, насколько созидательной может быть деятельность человека по отношению к Природе. Такая концепция гармоничного единства природного и историко-культурного наследия лежит в основе эколого-просветительской деятельности национального парка «Кисловодский», включающей разработку экологических маршрутов.

Успешной реализации указанной концепции в эколого-просветительской деятельности способствуют «двойной» особый статус ООПТ: историческая основа территории национального парка – Кисловодский курортный лечебный парк – имеет не только заповедный статус, но и является объектом культурного наследия федерального значения (Приказ Управления Ставропольского края…, 2016). Богатая двухвековая история парка, его архитектурные ансамбли, ландшафтные и историко-культурные достопримечательности, разнообразный природно-территориальный комплекс (Боглачев, Савенко, 2012; Материалы комплексного…, 2015; http://kispark.ru/places) дают возможность гибко комбинировать использование отдельных объектов показа на

экологических маршрутах в соответствии с потребностями конкретных целевых групп посетителей, а также опосредованно сочетать основное познавательное или просветительское значение с дополнительными функциями, например, лечебно-оздоровительной. Яркий пример этого – особенные маршруты парка, входящие в число приоритетных в рамках организации познавательного туризма и экологического просвещения.

Биоклиматические особенности территории национального парка «Кисловодский» - важный курортный лечебный ресурс, обладающий ярко выраженными оздоровительными свойствами и высоким потенциалом для организации комплекса курортного восстановительного лечения, целенаправленной климатотерапии, оздоровительного отдыха и туризма. ООПТ расположена на отрогах Джинальского хребта в двух высотных зонах: низкогорной (800-1000 м над уровнем моря) и среднегорной – верхняя часть парка и вершины отрогов Малого и Большого Седла (1000-1409 м над уровнем моря). Естественные особенности рельефа в 1901-1903 гг. были использованы врачом Н.Н. Облонским для внедрения впервые в России метода «терренкура». Терренкур – активный методов лечения сердечно-сосудистых и ряда иных заболеваний дозированным восхождением по гористой местности под определенным углом подъема разработал в 1885 г. профессор Эртель (Max Joseph Oertel, г. Мюнхен). Современная общая протяженность дорожек терренкура (без учета дублирования отдельных участков), проложенных по территории национального парка составляет 24,3 км: терренкур №1 (1,6 км); терренкур №2 (5,8 км); терренкур №2 А (1 км); терренкур № 2 Б (10,4 км); терренкур №3 (5,5 км) (http://kispark.ru/routes/).

Наряду со знаменитой целебной минеральной водой нарзан, терренкуры являются важнейшей составляющей рекреационно-оздоровительной инфраструктуры национального парка. Эффективность терренкуров кратно повышает их сочетание с другими видами климатоландшафтотерапии (природной аэроионофитотерапии, природной аэрохромотерапии, природной гипокситерапии, психологической релаксации, климатопрофилактики и др.) (Материалы комплексного…, 2015). По большинству этих параметров накоплены многолетние научные и научно-технические материалы биоклиматического мониторинга, проводимого ФГБУ «Пятигорский государственный научно-исследовательский институт курортологии Федерального медико-биологического агентства» и другими профильными исследовательскими организациями. Все перечисленные выше аспекты в научно-популярной форме освещаются в экскурсионных программах познавательного туризма и экологического просвещения.

Помимо основной лечебно-оздоровительной функции, сеть дорожек терренкура позволяет: организовать регулируемый познавательный туризм; контролировать поток посетителей национального парка и основную рекреационную нагрузку на территорию; обеспечивать оптимальные условия для опосредованного включения посетителей парка, имеющих ограниченные возможности здоровья и физической подготовки, в эколого-просветительскую деятельность.

Маршруты терренкура №2, 2б, 3 предоставляют разнообразные ресурсы для реализации эколого-просветительских мероприятий и познавательного туризма. За счет широкого спектра объектов осмотра возможно проведение тематических экскурсионных программ, в том числе геологической направленности (многочисленные террасы с пещерами и гротами, скальные выходы красных песчаников, выветривания, живописные природные объекты – скалы Серые камни, Синие камни и др.).

Также, маршруты терренкура №2, 2б, 3, наряду с популярным маршрутом Туристская тропа, позволяют наиболее содержательно познакомить посетителей со структурой и

особенностями природно-территориального комплекса ООПТ, увидеть распространенные и редкие виды флоры и фауны региона.

За счет географического расположения и ландшафтно-экологического окружения в биоразнообразии флоры и фауны национального парка наблюдается необычная мозаичность. Национальный парк «Кисловодский» расположен в особо охраняемом эколого-курортном регионе Кавказские Минеральные Воды – уникальном и одном из богатейших во флористическом отношении на всем пространстве Предкавказья. Территория парка представлена различными растительными зонами: от пойменных, увлажненных формаций до степных щебнистых засушливых склонов, покрытых ксерофитной и петрофитной растительностью. Горная часть находится в полосе зональных субальпийских лугов. Растительность национального парка сформировалась как аборигенно-интродукционная экосистема. Изначально практически вся территория была безлесной (редкая древесная растительность в балке р.Ольховка). На равнинных и платообразных участках созданы лесные насаждения с привлечением большого числа интродуцентов. Основной и наиболее важной составной частью природной среды были и остаются коренные лугово-степные формации. Это аборигенный тип растительности, сохранившийся преимущественно на крутых склонах и межлесных полянах, а также в горной части национального парка. Территория национального парка отличается сложным рельефом и, как следствие, широким спектром флористического состава растительности. Динамика растительного покрова обусловлена комплексом факторов. В результате создания лесных насаждений произошло взаимообогащение травяного покрова. Под пологом древостоев возникли сугубо лесные травянистые виды, на лесных опушках распространено крупнотравье. Высотный диапазон от 800 до 1325 м над уровнем моря обусловил наличие широкого спектра растений: от степных до субальпийских видов.

Существенное значение, не только лечебное (как источник фитонцидов, средообразующий компонент), имеет дендрофлора национального парка «Кисловодский», в том числе: регулирование стока дождевых и талых вод, поддерживающее постоянный дебит родников и минеральных источников; предохранение от оползневых процессов склонов, по которым проложена сеть дорожек терренкура. Широкая представленность в дендрофлоре видов-интродуцентов позволяет рассматривать парк как своеобразный дендрарий. Отдел экологического просвещения и научный отдел заповедной территории разрабатывают проекты, направленные на реализацию эколого-просветительского потенциала зеленых насаждений (Экологический маршрут «Деревья-патриархи национального парка «Кисловодский»). Уникальная особенность древесно-кустарниковых насаждений ООПТ – рукотворность, позволяет на ярком примере парка акцентировать внимание посетителей на императиве созидательной деятельности человека по отношению к Природе, основанной на уважении, знаниях и опыте.

В фаунистическом комплексе национального парка «Кисловодский» и окрестностей города-курорта сочетание европейской равнинной и кавказской горной фаун также создает своеобразный среднегорный фаунистический комплекс. В процессе формирования биоразнообразия местности имеет существенное значение расположение практически по всему периметру границ ООПТ селитебных и санаторно-курортных зон города Кисловодска. Национальный парк выполняет роль важного «экологического русла», по которому в урбанизированные ландшафты проникают виды региональной фауны.

По предварительным данным на территории национального парка «Кисловодский» и сопредельных участках обитает 5 видов амфибий, 9 – рептилий, 39 – млекопитающих. Из 217 видов современной орнитофауны Кисловодска (Тельпов, 2011), большинство встречается в парке (не менее 169 видов). Окрестности города-курорта входят в состав Ключевых орнитологических территорий России и имеют международное значение для

таких видов как малый подорлик, могильник, бородач, стервятник, змееяд, орел-карлик, беркут, белоголовый сип, сапсан, филин, черный гриф. Все из указанных видов также встречаются на ООПТ.

Территория парка находится на северной границе Кавказского зоогеографического округа, который характеризуется богатством фауны млекопитающих. По предварительным данным на ООПТ и сопредельных участках встречается не менее 39 видов млекопитающих: 8 представителей отряда Насекомоядных, 11 – Рукокрылых, 6 – Хищных, 1- Зайцеобразных, 13 – Грызунов.

Кисловодскому парку в истории отечественной герпетологии принадлежит исключительное место. Побывавший в 1830 г. в Кисловодске Эдуард Александрович Эверсман в 1834 в статье «Lacertae Imperii Rossici» из местности у источника нарзана описал два новых для науки вида: луговая Darevskia praticola (Eversmann, 1834) и скальная Darevskia saxicola (Eversmann, 1834) ящерицы.

Как указывалось выше, национальный парк «Кисловодский» наряду с разнообразным и интересным природно-территориальным комплексом, также обладает широкими возможностями для развития культурно-познавательного туризма. Программы экскурсий основаны на формировании у посетителей представления о специфике парка, его уникальности и ценности как заповедной территории и объекта культурного наследия федерального значения, памятника садово-паркового искусства.

На территории национального парка поставлены на государственный учет и охраняются ряд объектов культурного наследия федерального и регионального значения, выявленные объекты культурного наследия, в том числе археологические памятники:

• объекты культурного наследия федерального значения:

Нарзанная галерея, 1848 г.; архитектор С.И. Уптон;

Барельеф В.И. Ленина (монументальный медальон), 1924, 1927 гг., скульптор В.А. Андреев, архитектор П.П. Еськов, бронза, камень;

• объекты культурного наследия регионального значения:

павильон «Храм воздуха», 1912 г.;

павильон «Красное солнышко», дата постройки неизвестна;

павильон «Стеклянная струя», 1839 г. (в составе «Зеркальный пруд», малый водопад, проездной мостик, декоративные каскадные бассейны в составе объекта культурного наследия);

Колоннада, 1912 г.;

Каскадная лестница, 1936 г.; (в составе каскадные и террасные фонтаны)

Бюст М.Ю. Лермонтова, 1960 г.;

• выявленные объекты культурного наследия:

Павильон-музей «Подкова», 1899 г.;

Павильон «Читальня», 1898 г.;

• Памятники археологии (объекты культурного наследия федерального значения):

Могильник «Сосновая горка-1»;

Могильник «Водонапорный»;

Поселение «Красные камни»;

Могильник «Красные камни»;

Поселение «Первомайская поляна»;

Поселение «Храм воздуха»;

Поселение «Красное солнышко»;

Укрепление «Малое седло (Глухая балка-1)»;

Поселение «Глухая балка-1»;

Поселение «Малое седло-2»;

Укрепление «Малое седло-1»;

Укрепление «Глухая балка-2».

По исторически сложившемуся делению, основанному на хронологии создания отдельных участков территории парка, выделяют 3 части: Нижний парк, Средний парк и Горный (Верхний) парк. Каждая из частей представляет высокой познавательный интерес и обладает комплексом природных и историко-культурных достопримечательностей.

Нижний парк: Нарзанная галерея; Фонтан «Лягушки»; Питьевой бювет «Народный источник»; Павильон-музей «Подкова»; Лермонтовская площадка. «Бюст М.Ю. Лермонтова»; Грот из природного камня на «Лермонтовской площадке», скульптура «Демон»; Скульптура орла и каменный цветник у «Лермонтовской площадки»; Колоннада; Родник «Хрустальный источник»; Павильон «Стеклянная струя»; Зеркальный пруд; Каскадные бассейны со скульптурными композициями (архитектурный ансамбль «Стеклянная струя»); Скульптура «Медвежата»; Ландшафтная планировка «Лермонтовская набережная»; Мостик «Дамский каприз»; Грот «Уголок поцелуев»; Ландшафтная декоративная композиция «Цветочные часы» («Цветочный календарь»); Павильон «Читальня»; Памятник А.С. Пушкину и Пушкинский сквер; Царская площадка (цветники, фонтан, беседка «Храм любви», ландшафтная планировка «Русский хоровод»).

Средний парк: Подъем «400 ступеней»; Смотровая площадка на горе «Сосновая»; Спортивная площадка (площадка для Воркаут); Группа скал «Красные камни»; Барельеф В.И. Ленина; Скульптура «Орел»; Каскадная лестница»; Группа скал «Серые камни»; Павильон «Храм воздуха»; Нижняя станция канатной дороги; Ландшафтная планировка «Первомайская поляна», геоглиф «75 лет Победы»; Цветочный массив «Долина роз» (скульптура «Крокодил», аллея туи западной колонновидной; клумбы-геоглифы «Солнце» и «Макси роза», смотровая площадка); Аллея туи штамбовой в честь 70-летия Победы в ВОВ; Ландшафтная планировка 1903 г.; Группа скал «Красные Грибы»; Березовая аллея в честь 35-летия Победы в ВОВ.

Горный (Верхний) парк: Гора Красное солнышко (фотозона– рамка Instagram @kislovodsk.park; смотровая площадка; памятник М.Ю. Лермонтову, павильон «Красное солнышко»); Группа скал «Синие камни»; Беседка «Семь ветров» и смотровая площадка; Верхняя станция канатной дороги; Природные гроты Туристской тропы; Скульптурная композиция «Хозяин гор» (Туристская тропа); Скала «Человек»; Скала «Замок»; Аллея тайн (туя западная); Гора Малая седло (смотровая площадка).

Национальный парк «Кисловодский» - одна из наиболее посещаемых заповедных территорий России, в 2021 году поток посетителей составил более 2 000 000 человек (https://tass.ru/obschestvo/13345749). Отдел экологического просвещения и научный отдел парка ежегодно организуют более 150 мероприятий различного формата: лекции, тематические беседы, экскурсии, эко-походы, конференции, экологические практикумы, вебинары и мн. др. Особое эколого-просветительское направление ООПТ - выставки.

Приоритетной площадкой организации выставок является питьевой зал Нарзанной галереи – памятника архитектуры XIX века, являющегося объектом культурного наследия федерального значения (строительство здания: 1848-1858 гг., стиль: неоготика, архитектор: С.И. Уптон). В зале установлены бюветы лечебно-столовой минеральной воды – общего, доломитного и сульфатного нарзана, высокую культурно-просветительскую, историческую ценность представляет первый каптаж самоизливающегося источника нарзана. Нарзанная галерея по праву считается «сердцем» национального парка и известного города-курорта Кисловодска.

Выставки – одна из исторически сложившихся форм курортного досуга, организованная на территории парка в Нарзанной галерее на рубеже XIX и XX веков (Боглачев, 2013). В советский период выставки стали частью большой культурно-

массовой, просветительской работы, осуществлявшейся в галерее, в том числе, посредством деятельности Курортной библиотеки, располагавшейся в северной части здания более 100 лет. С успехом представлялись полотна из коллекций художественных произведений различных санаториев Кавказских Минеральных Вод, открывались персональные выставки произведений живописи и скульптуры членов городского и краевого отделения Союза художников СССР, РСФСР (https://goskatalog.ru/portal/#/collections?id=12928965). После распада СССР традиция организации выставок прервалась на боле чем 30-летний период.

В первый год начала фактической деятельности ФГБУ «Национальный парк «Кисловодский» возродило традицию выставочной деятельности, придав ей основное тематическое направление, соответствующее новому заповедному статусу территории. Формирование ценностного отношения к природе выразительными средствами изобразительного искусства – важная и неотъемлемая составляющая работы по воспитанию экологической культуры. В питьевом зале Нарзанной галереи выставки проходят в формате свободного доступа.

Концепция единства природного и историко-культурного наследия реализована при создании основной площадки эколого-просветительской деятельности национального парка «Кисловодский» - Визит-центра, открывшийся в декабре 2018 г. в северной части Нарзанной галереи (https://www.mnr.gov.ru/press/news/v_natsionalnom_parke_kislovodskiy_stavropolskiy_kray_otkrylsya_vizit_tsentr/, http://kispark.ru/places/vizit-tsentr). Продуманное сочетание традиционных музейных методов экспонирования и современных мультимедийных технологий, позволили создать уникальное, насыщенное познавательное и просветительское пространство, не имеющее аналогов в регионе (площадь 800 м^2). Основная экспозиция Визит-центра, состоящая из 8 залов, поэтапно знакомит посетителей со структурой, природными особенностями, лечебно-оздоровительными ресурсами парка, уникальным рукотворным происхождении его лесных насаждений, богатым историко-культурным наследием, обоснованным включением парка в систему заповедных территорий России. Все вышеперечисленные аспекты рассматриваются не узко, локально, а во взаимосвязи, соотнесении с геологическими периодами истории региона в целом, формирования его флоры и фауны. Высокий интерес посетителей разного возраста к Визит-центру во многом обусловлен выверенным гармоничным подходом к представлению информации, сочетающем традиционные и современные оборудование и методы: мультимедийные интерактивные инсталляции, технологии дополненной реальности и видео 360°, панорамный кинозал, конференц-зал, объемные макеты территории и архитектурных ансамблей ООПТ, оригинальные природные и историко-культурные экспонаты. Современность и необычность музея подчеркивает дизайн пространства с использованием параметрических конструкций, пузырьковых колонн, настенной и напольной инфографики, лайтбоксов. Ежегодно Визит-центр национального парка «Кисловодский» посещает более 20 000 человек. В 2020 г. Визит-центр Национального парка «Кисловодский» стал дипломантом профессионального конкурса ООПТ «Золотая тропа России» (номинация «Лучший визит-центр») (https://www.mnr.gov.ru/press/75-let-pobedy/vizit_tsentr_kislovodskogo_natsparka_stal_diplomantom_konkursa_oopt_zolotaya_tropa_rossii/).

Список литературы

1. Боглачев С.В. Первые фотографы Кавказа. Пятигорск: Снег, 2013. 416 с.

2. Боглачев С.В., Савенко С.Н. Архитектура старого Кисловодска. Пятигорск: Снег, 2006. 512 с.
3. В национальном парке «Кисловодский» (Ставропольский край) открылся Визит-центр // Сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: https://www.mnr.gov.ru/press/news/v_natsionalnom_parke_kislovodskiy_stavropolskiy_kray_otkrylsya_vizit_tsentr/ (дата обращения: 05.03.2022).
4. Визит-центр // Сайт Национального парка «Кисловодский». URL: http://kispark.ru/places/vizit-tsentr/ (дата обращения: 05.03.2022).
5. Визит-центр Кисловодского нацпарка стал дипломантом конкурса ООПТ «Золотая тропа России» // Сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации. URL: https://www.mnr.gov.ru/press/75-let-pobedy/vizit_tsentr_kislovodskogo_natsparka_stal_diplomantom_konkursa_oopt_zolotaya_tropa_rossii/ (дата обращения: 05.03.2022).
6. Выставка членов Союза художников АХ СССР в Нарзанной галерее г. Кисловодска, посвященная 125-летию Н.А. Ярошенко // Госкаталог. РФ. URL: https://goskatalog.ru/portal/#/collections?id=12928965 (дата обращения: 28.02.2022)
7. Маршруты // Сайт Национального парка «Кисловодский». URL: http://kispark.ru/routes/ (дата обращения: 10.03.2022).
8. Материалы комплексного экологического обследования участков территории, обосновывающих придание этим территориям правового статуса особо охраняемой природной территории федерального значения – национальный парк «Кисловодский» в Ставропольском крае. Т. 1. Эколого-экономическое обоснование национального парка «Кисловодский». 2015. 489 с.
9. Нацпарк «Кисловодский» в 2021 году посетили 2 млн туристов // Сайт Агентства ТАСС. URL: https://tass.ru/obschestvo/13345749 (дата обращения: 06.03.2022)
10. Покровский С.М. Кисловодский терренкур. Ближайший туризм. Ставрополь: Кн. Изд., 1970. 112 с.
11. Популярность экотуризма в России растет. В 2019 году количество посетителей ООПТ превысило 8 млн человек // Сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской федерации. URL: http://www.mnr.gov.ru/press/news/populyarnost_ekoturizma_v_rossii_rastet_v_2019_godu_kolichestvo_posetiteley_oopt_prevysilo_8_mln_che/ (дата обращения: 04.03.2022).
12. Постановление Правительства РФ от 2 июня 2016 г. N 493 «О создании национального парка «Кисловодский» // Сайт Правительства России. URL: http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm (дата обращения: 10.03.2022).
13. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 20 февраля 2017 г. N 67 «Об утверждении Положения о национальном парке "Кисловодский» // Система правовой информации «Гарант». URL: https://base.garant.ru/71668082/#friends (дата обращения: 10.03.2022).
14. Приказ Управления Ставропольского края по сохранению и государственной охране объектов культурного наследия от 26.12.2016 г. N 538 «Об утверждении охранного обязательства собственника или иного законного владельца объекта культурного наследия федерального значения «Курортный парк», 1823 г., Ставропольский край, г. Кисловодск, долина реки Ольховка, склоны Джинальского хребта, в границах черты г. Кисловодска // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: http://docs.cntd.ru/document/445068978 (дата обращения: 10.03.2022).

15. Тельпов В.А. Орнитофауна города-курорта Кисловодска: состав, структура, распределение, динамика, численность и пути формирования: дисс. канд. биол. наук. - Ставрополь, 2011. 350 с.
16. Что посмотреть // Сайт Национального парка «Кисловодский». URL: http://kispark.ru/places/ (дата обращения: 06.03.2022).

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ №1. БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ СТЕПНОЙ ЗОНЫ: ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ. 3

ОСОБЕННОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ГОРТЕНЗИИ ДРЕВОВИДНОЙ
Агапов А.И.[1], Шакина Т.Н.[2] *5*

FEATURES OF VEGETATIVE REPRODUCTION OF HYDRANGEA ARBORESCENS
Agapov A.I.[1], Shakina T.N.[2] *5*

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА КАМЕНИСТОЙ СТЕПИ В ЖИГУЛЕВСКИХ ГОРАХ
Бондарева В.В. *8*

PLANT COMMUNITIES STONY STEPPE IN THE ZHIGULI MOUNTAINS PLANT COMMUNITIES STONY STEPPE IN THE ZHIGULI MOUNTAINS
*Bondareva V. **V.*** *8*

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ СРЕДНЕЕВРОПЕЙСКИХ ЗЕЛЕНЫХ ЛЯГУШЕК *PELOPHYLAX ESCULENTUS* COMPLEX В УСЛОВИЯХ ЮГА СРЕДНЕРУССКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ
Бархатов А.С., Снегин Э.А. *16*

GENETIC STRUCTURE OF POPULATION SYSTEMS IN CENTRAL EUROPEAN GREEN FROGS *PELOPHYLAX ESCULENTUS* COMPLEX OF THE TERRITORY IN THE SOUTH OF THE CENTRAL RUSSIAN UPLAND
Barkhatov A.S., Snegin E.A. *16*

ОСОБЕННОСТИ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕПРЕЗЕНТАТИВНЫХ СТЕПНЫХ СООБЩЕСТВ ПРИМАНЫЧЬЯ (КУМО-МАНЫЧСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ)
Белоус В.Н. *21*

FEATURES OF FLORA AND VEGETATION OF PRIMANYCH'S REPRESENTATIVE STEP COMMUNITIES (KUMO-MANYCH LOWLAND)
Belous V.N. *21*

ЛИШАЙНИКИ КАМЫШИНСКОГО РАЙОНА
Веденеев А. М. *28*

LISHAYNIKI KAMYSHINSKY DISTRICT
Vedeneev A. M. *28*

ОБ ИНТРОДУКЦИИ *OPUNTIA TORTISPINA* ENGELM. & J.M. BIGELOW В ШОЛОХОВСКОМ РАЙОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Гудзенко Е.О. *34*

ABOUT THE INTRODUCTION OF *OPUNTIA TORTISPINA* ENGELM. & J.M. BIGELOW IN THE SHOLOKHOVSKY DISTRICT OF THE ROSTOV REGION
Gudzenko E.O. *34*

ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ
Дегтярёв Н.И.[1,2], Ивлев К.С.[3] *41*

PROTECTED PLANT SPECIES OF THE KURSK REGION
Degtyarev N.I.[1,2], Ivlev K.S.[3] *41*

FESTUCA RUPICOLA HEUFF. НА КРАСНОПАРТИЗАНСКОМ УЧАСТКЕ ЗАПОВЕДНИКА «РОСТОВСКИЙ»
Дёмина О.Н.[1], Рогаль Л.Л.[2] *43*

FESTUCA RUPICOLA HEUFF. AT THE KRASNOPARTISANSKY SITE OF THE RESERVE «ROSTOVSKY»
Demina O.N.[1], Rogal L.L[2]..... *43*

АРЕАЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕДКИХ ВИДОВ ТЕЛЛЕРМАНОВСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА
Завидовская Т.С. *47*

AREALOGICAL ANALYSIS OF RARE SPECIES OF THE TELLERMAN FORESTED AREA
Zavidovskaya T. S...... *47*

НАСАЖДЕНИЯ ЗЕЛЕНОГО КОЛЬЦА ВОКРУГ АРЗГИРА: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
В.В. Засоба..... *54*

GREEN RING PLANTATIONS AROUND ARZGIR: STATUS AND OUTLOOK
V.V. Zasoba *54*

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ КАК ОСНОВА КУСТАРНИКОВЫХ ИНВАЗИЙ В СТЕПЯХ МОНГОЛИИ
Иванов Л.А.[1,2], Ронжина Д.А.[1,2], Мигалина С.В.[1,2], Бажа С.Н.[3], Иванова Л.А.[1,2] *60*

PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF SHRUB INVASIONS IN THE STEPPES OF MONGOLIA
Ivanov L.A.[1,2], Ronzhina D.A.[1,2], Migalina S.V.[1,2], Bazha S.N.[3], Ivanova L.A.[1,2] *60*

БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЙ И ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЕМЕЙСТВА ОСОКОВЫЕ ВО ФЛОРЕ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
З.И. Ирисханова, М.А. Такаева, Л.Г. Молочаева..... *63*

BIOMORPHOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL ANALYSIS OF THE SEDGE FAMILY IN THE FLORA OF THE CHECHEN REPUBLIC
Z.I. Iriskhanova, M.A.Takaeva, L.G. Molochaeva..... *63*

АНАЛИЗ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЗОНЫ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ
Карташова Н.П.[1], Кулакова Е.Н.[1], Ляшенко Е.С.[1]* *69*

ANALYSIS WOOD AND SHRUBS VEGETATION OF THE ZONE OF CONIFEROUS-BROAD-LEAVED FORESTS
Kartashova N.P.[1], Kulakova E.N.[1], Lyashenko E.S.[1]*..... *69*

К ВОПРОСУ О СОХРАНЕНИИ СТЕПНЫХ ФОРМАЦИЙ С УЧАСТИЕМ ВИДОВ ИЗ РОДА CRAMBE (BRASSICACEAE) В РЕГИОНЕ КАВКАЗСКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД
Ковалева Л. А. *77*

TO THE QUESTION OF PRESERVATION OF STEPPE FORMATIONS WITH THE PARTICIPATION OF THE GENUS CRAMBE (BRASSICACEAE) IN THE REGION OF CAUCASIAN MINERAL WATERS
L. A. Kovaleva *77*

НОВАЯ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЯ PULSATILLA PRATENSIS (L.) MILL. (CEM. RANUNCULACEAE ADANS.) НА НИЖНЕКУНДРЮЧЕНСКОМ ПЕСЧАНОМ МАССИВЕ (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)
Кузьменко И.П., Федяева В.В., Дзигунова Ю.В...... *85*

NEW CENOPOPULATION PULSATILLA PRATENSIS (L.) MILL. (RANUNCULACEAE ADANS.) ON THE NIZHNEKUNDRUCHENSKY SANDY MASSIF (ROSTOV REGION)
Kuzmenko I.P., Fedyaeva V.V., Dzigunova Yu.V. *85*

СОХРАНЕНИЕ ОСТРОВНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ
Литвинская С.А.[1,2] *92*

PRESERVATION OF ISLAND FOREST PLANTS IN THE STEP ZONE OF THE WESTERN CISCAUCASIAN REGION
Litvinskaya S.A.[1,2] *92*

ОХРАНЯЕМЫЕ ВИДЫ CLASS POLYPODIOPSIDA РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ
Литвинская С.А.[1,2], Шаджe А. Е.[3] *101*

PROTECTED SPECIES OF CLASSIS POLYPODIOPSIDA OF THE REPUBLIC OF ADYGEA
Litvinskaya S.A.[1,2] , Shadge A.E.[3] *101*

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ШАЛФЕЯ КОРОВЯКОВОГО ПО ТЕРРИТОРИИ ТАЛГИНСКОГО УЩЕЛЬЯ ДАГЕСТАНА
Магомедова М.А., Гасанова Б.Г. *110*

DISTRIBUTION OF SAGE KOROVIAKOV IN THE TERRITORY OF THE TALGINSKY GORGE OF DAGESTAN
Magomedova M.A., Gasanova B.G. *110*

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ЛИШАЙНИКОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ЩЕРБАКОВСКИЙ»
Макарова В.В., Ковшарева В.С., Веденеев А.М. *114*

СИТУАЦИЯ С РАЗМНОЖЕНИЕМ ВЕСЛОНОГИХ (PELECANIFORMES) В ЗАПОВЕДНИКЕ «РОСТОВСКИЙ»
Миноранский В.А.[1,4], Малиновская Ю.В.[2,4], ТихоновА.В.[1], Килякова В.С.[1,3] *118*

STATE OF REPRODUCTION OF PELECANIFORMES IN NATURE RESERVE «ROSTOVSKY»
Minoranskiy V.A.[1,4], Malinovskaya Yu. V.[2,4], Tikhonov A. V.[1], Kilyakova V. S.[1,3] *118*

ПРИРОДООХРАННЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ ТЕРРИТОРИЙ И ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ
Миноранский В.А. *123*

ENVIRONMENTAL PROBLEMS, LANDSCAPING AND PUBLIC HEALTH ISSUES
Minoranskiy V.A. *123*

АДВЕНТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ФЛОР ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДОНБАССА
Муленкова Е.Г., Кривцун А.А. *131*

ADVENTIVE COMPONENT OF THE FLORA OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES OF DONBASS
Mulenkova E.G., Krivtsun A.A. *131*

«УРОЧИЩЕ СОСНОВКА» – УНИКАЛЬНЫЙ ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ ДАГЕСТАНА
Муртазалиев Р.А. *137*

"UROCHISCHE SOSNOVKA" - A UNIQUE NATURAL MONUMENT OF DAGESTAN
Murtazaliev R.A. *137*

БИОИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ В РЕСУРСОВЕДЕНИИ ЛИШАЙНИКОВ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА
Назаров В.В., Гончаров М.А., Цокало И.Е., Семенова Е.Ф. *142*

BIOINFORMATIONAL APPROACHES IN RESOURCE MANAGEMENT LICHEN OF THE CRIMEAN PENINSULA
Nazarov V.V., Goncharov M.A., Tsokalo I.E., Semenova E.F. *142*

ФИТОТРОФНАЯ ОБЛИГАТНО-ПАРАЗИТНАЯ МИКОБИОТА ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ «УЧАСТОК СТЕПИ У С. СОЛНЕЧНОЕ» (РЕСПУБЛИКА КРЫМ)
Просянникова И.Б. *147*

PHYTOTROPHIC OBLIGATE-PARASITIC MYCOBIOTA OF THE STATE NATURE RESERVE OF REGIONAL SIGNIFICANCE "STEPPE AREA NEAR THE VILLAGE OF SOLNECHNOYE" (REPUBLIC OF CRIMEA)
Prosyannikova I.B. *147*

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ТЕНОБРИОНИДОФАУНЫ (INSECTA: TENEBRIONIDAE) СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА: ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И СОХРАНЕНИЯ
Пышкин В.Б.[1,2], Кобечинская В.Г.[2], Прыгунова И.Л.[1] *155*

BIOLOGICAL DIVERSITY OF THE TENOBRIONIDFAAUNA (INSECTA: TENEBRIONIDAE) IN STEPPE ECOSYSTEMS OF THE CRIMEAN PENINSULA: PROBLEMS OF STUDY AND CONSERVATION
Pyshkin V.B.[1,2], Kobechinskaya V.G.[2], Prygunova I.L.[1] *155*

РАСПРОСТРАНЕНИЕ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ВИДОВ ГРИБОВ ИЗ КРАСНОГО СПИСКА МСОП *GASTROSPORIUM SIMPLEX* И *PICIPES RHIZOPHILUS*
Ребриев Ю.А.[1], Ермолаева О.Ю.[2] *160*

DISTRIBUTION OF IUCN RED LIST SPECIES OF FUNGI *GASTROSPORIUM SIMPLEX* AND *PICIPES RHIZOPHILUS* IN THE ROSTOV REGION
Rebriev Yu.A.[1], Ermolaeva O.Yu.[2] *160*

СИСТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА И РАЗНООБРАЗИЕ ПРИБРЕЖНО–ВОДНОЙ ФЛОРЫ РЕСПУБЛИКИ АДЫГЕЯ
Сиротюк Э.А. *162*

SYSTEMATIC STRUCTURE AND DIVERSITY COASTAL AND AQUATIC FLORA OF THE REPUBLIC OF ADYGEA
Sirotyuk E.A. *162*

ЗАЩИТНЫЕ ЛЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ
Соколова Т.А. *169*

PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS OF THE ROSTOV REGION: PAST, PRESENT, FUTURE
Sokolova T.A. *169*

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ ВИДОВ РОДА *HEDYSARUM* L. НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
Супрун Н.А. [1,2] *178*

ECOLOGICAL AND BIOLOGICAL FEATURES AND STRUCTURE OF POPULATIONS OF SPECIES OF THE GENUS *HEDYSARUM* L. IN THE TERRITORY OF THE VOLGOGRAD REGION
Suprun N.A. [1,2] 178

ВЛИЯНИЕ СОРНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ АГРОЦЕНОЗОВ
Тарик Е. П., Купрюшкин Д. П., Дмитриев П. А., Вардуни Т. В. 183

THE INFLUENCE OF WEED PLANT SPECIES ON THE YIELD OF AGROCENOSES
Tarik E.P., Kupriushkin D. P., Dmitriev P. A., Varduni T. V. 183

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВЕГЕТАЦИЯ ЕЖЕВИКИ СИЗОЙ (*RUBUS CAESIUS* L.) В УСЛОВИЯХ ПРИДОРОЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ
Тимофеев А.Н. 185

SPATIAL VEGETATION OF BLACKBERRY BLUE (*RUBUS CAESIUS* L.) IN ROADSIDE CONDITIONS
Timofeev A.N. 185

АНАЛИЗ ОРНИТОФАУНЫ ОХРАННОЙ ЗОНЫ ГПБЗ «РОСТОВСКИЙ» ЗА 2020 Г
Тихонов А. В.[1], *Килякова В.С.*[1,2] 188

AVIFAUNAL ANALYSIS OF THE PROTECTION ZONE OF THE NATURE RESERVE «ROSTOVSKY» FOR 2020
A.V. Tikhonov[1], *V. S. Kilyakova*[1,2] 188

ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ CEPAEA (CAUCASOTACHEA) VINDOBONENSIS FER. НА ЮГО- ВОСТОКЕ АРЕАЛА
Тищенко А.Ю., Снегин Э.А. 198

PHENOTYPIC VARIABILITY OF CEPAEA (CAUCASOTACHEA) VINDOBONENSIS FER. IN THE NORTH-EASTERN PART OF ITS RANGE
Tishchenko A.Yu., Snegin E.A. 198

НОВЫЕ МАСЛИЧНЫЕ КУЛЬТУРЫ ДЛЯ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КРЫМА
Турина Е.Л. 202

NEW OILSEEDS FOR THE STEPPE ZONE OF CRIMEA
Turina E.L. 202

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЭКОСИСТЕМЫ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ИЛИ (НА ПРИМЕРЕ УРОЧИЩА КЕРБУЛАК И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ) И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АРБУСКУЛЯРНЫХ МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ
[1]*Фалеев Д.Г.*, [2]*Юрков А.П.*, [3]*Веселкин Д.В.*, [4]*Фалеев Е.Г.* 207

ОБЗОР КОЛЛЕКЦИИ РОДА *STIPA* L. (POACEAE (R. BR.) BARNH.) В ГЕРБАРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА (RWBG)
Шишлова Ж.Н., Шмараева А.Н., Макарова Л.И., Матецкая А.Ю. 218

REVIEW OF THE COLLECTION OF THE GENUS *STIPA* L. (POACEAE (R. BR.) BARNH.) IN THE HERBARIUM OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY (RWBG)
Shishlova Zh.N., Shmaraeva A.N., Makarova L.I., Matetskaya A.Yu. 218

РЕДКИЙ ВИД *BELLEVALIA SARMATICA* (PALL. EX GEORGI) WORONOW (CEM. HYACINTHACEAE BATSCH) В ДОЛИНЕ РЕКИ КРЫНКИ (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)
Шмараева А.Н., Ермолаева О.Ю. 227

A RARE SPECIES OF BELLEVALIA *SARMATICA* (PALL. EX GEORGI) WORONOW (CEM. HYACINTHACEAE BATSCH) IN THE VALLEY OF THE KRYNKA RIVER (ROSTOV REGION)
Shmaraeva A.N., Ermolaeva O.Yu. *227*

РАРИТЕТНАЯ ФРАКЦИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ ФЛОРЫ КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ В ИНТРОДУКЦИОННЫХ САДАХ РЕСПУБЛИКИ
Шхагапсоев С.Х.[1], Надзирова Р.Ю.[2], Бахов М.Т. *233*

A RARE FRACTION OF THE NATURAL FLORA OF KABARDINO-BALKARIA IN THE INTRODUCTION GARDENS OF THE REPUBLIC
Shkhagapsoev S.Kh., Nadzirova R.Yu., Bachov M.T. *233*

СЕКЦИЯ №2. РОЛЬ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ И ДРУГИХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В СОХРАНЕНИИ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ. 241

НАЧАЛЬНЫЕ ЭТАПЫ ОНТОГЕНЕЗА ОСОБЕЙ ЭСПАРЦЕТА МАЙОРОВА В САРЫКУМСКОЙ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ
Аджиева А. И.[1] *243*

INITIAL STAGES OF ONTOGENESIS OF INDIVIDUALS OF THE ONOBRYCHIS MAJOROVII GROSSH. IN THE SARYKUM CENOPOPULATION
Adzhieva A. I.[1] *243*

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗЮЗНИКА БЛЕСТЯЩЕГО *(LYCOPUS LUCIDUS* L.) В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Бабенко Л. В. *248*

PHENOLOGY OF THE *LYCOPUS LUCIDUS* L. IN THE MOSCOW REGION
Babenko L. V. *248*

ИТОГИ СОЗДАНИЯ КОЛЛЕКЦИИ «ДЕКОРАТИВНЫЕ РАСТЕНИЯ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ» В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ЮФУ
Бурлуцкая Л.В. *254*

RESULTS OF CREATING THE COLLECTION «DECORATIVS PLANTS OF NATURAL FLORA» IN THE BOTANICAL GARDEN OF SFU
Burlutskaya L.V. *254*

ОЦЕНКА УСПЕШНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ НЕКОТОРЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ И ПРЯНО-АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА САРАТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
Демочко Ю.А., Куликова Л.А., Серова Л.А. *259*

EVALUATION OF THE SUCCESS OF THE INTRODUCTION OF SOME MEDICINAL AND SPICY-AROMATIC PLANTS GROWING ON THE TERRITORY OF THE BOTANICAL GARDEN OF SARATOV STATE UNIVERSITY
Demochko Y.A., Kulikova L.A., Serova L.A. *259*

КОЛЛЕКЦИЯ ТРОПИЧЕСКИХ И СУБТРОПИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮФУ
Жегулова И.В.[1] , Игнатова М.А.[1] *265*

ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ ВИДОВ СЕМЕЙСТВА MORACEAE GAUDICH. В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
Козловский Б. Л., Куропятников М. В., Федоринова О. И. *271*

INTRODUCTION OF SPECIES OF FAMILY MORACEAE GAUDICH. IN THE BOTANICAL GARDEN OF SOUTH FEDERAL UNIVERSITY
Kozlovskij B. L., Kuropyatnikov M. V., Fedorinova O. I. *271*

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПЛОДОВ TILIA L. ИЗ ЭКСПОЗИЦИИ ДЕНДРАРИЯ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ
Л.В. Косарева[1], Ю.В. Граница[2] *275*

COMPARATIVE EVALUATION OF TILIA L. FRUITS FROM THE EXPOSITION OF THE ARBORETUM IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION
L. V. Kosareva[1], Y. V. Granitsa[2] *275*

ИНТРОДУКЦИЯ РЕДКОГО ВИДА *HEDYSARUM GRANDIFLORUM* PALL. (CEM. FABACEAE LINDL.) В БОТАНИЧЕСКИЙ САД ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
Кузьменко И.П., Шмараева А.Н. *282*

INTRODUCTION OF A RARE SPECIES *HEDYSARUM GRANDIFLORUM* PALL. (FABACEAE LINDL.) TO THE BOTANICAL GARDEN OF THE SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY
Kuzmenko I.P., Shmaraeva A.N. *282*

ИНТРОДУКЦИЯ РЕДКОГО ВИДА *STIPA ADOXA KLOK*. ET OSSYCZNJUK (CEM. POACEAE (R. BR.) BARNH.) В БОТАНИЧЕСКИЙ САД ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
Макарова Л.И., Шмараева А.Н. *290*

INTRODUCTION OF A RARE SPECIES STIPA ADOXA KLOK. ET OSSYCZNJUK (POACEAE (R. BR.) BARNH.) TO THE BOTANICAL GARDEN OF THE SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY
Makarova L.I., Shmaraeva A.N. *290*

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭКСПОЗИЦИЙ РОДОВ ОРЕХ И РОЗА
Мальцева А.Н., Тарик Е.П. *296*

FEATURES OF DESIGNING OF AN EXPOSITION OF THE GENUS HONEYSUCKLE JUGLANS AND ROSA
Maltseva A.N., Tarik E.P. *296*

НАИБОЛЕЕ ОПАСНЫЕ ЧУЖЕРОДНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ-ВРЕДИТЕЛИ В КОЛЛЕКЦИЯХ РАСТЕНИЙ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА
Мартынов В.В., Губин А.И., Никулина Т.В. *308*

THE MOST DANGEROUS ALIEN INVERTEBRATE PESTS IN PLANT COLLECTIONS OF DONETSK BOTANICAL GARDEN
Martynov V.V., Gubin A.I., Nikulina T.V. *308*

РОЛЬ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ВЯТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА В СОХРАНЕНИИ РЕДКИХ И УЯЗВИМЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ КИРОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Пересторонина О. Н., Шабалкина С. В. *316*

THE ROLE OF THE BOTANICAL GARDEN OF VYATKA STATE UNIVERSITY IN THE CONSERVATION OF RARE AND VULNERABLE PLANT SPECIES OF THE KIROV REGION
Perestoronina O. N., Shabalkina S. V. *316*

ОБЗОР РЕДКИХ И ЛОКАЛЬНЫХ ВИДОВ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ (INSECTA: LEPIDOPTERA) БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮФУ
Романчук Р.В.[1,2,3] *319*

OVERVIEW OF RARE AND LOCAL LEPIDOPTERA SPECIES OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY
Romanchuk R.V. [1,2,3] *319*

РОЛЬ БОТАНИЧЕСКИХ САДОВ В СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА НА ПРИМЕРЕ *CUPRESSUS MACROCARPA* (HARTW.)
Солтани Г.А. *324*

THE ROLE OF BOTANICAL GARDENS IN PRESERVING THE BIODIVERSITY OF COASTAL AREAS UNDER CLIMATE CHANGE ON THE EXAMPLE OF *CUPRESSUS MACROCARPA* (HARTW.)
Soltani G.A. *324*

ИНТРОДУКЦИЯ НЕКОТОРЫХ ВОСТОЧНОАЗИАТСКИХ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РОСТОВА-НА-ДОНУ
Федоринова О. И., Куропятников М. В., Козловский Б. Л. *329*

INTRODUCTION OF SOME EAST ASIAN SPECIES OF WOODY PLANTS IN THE CONDITIONS OF ROSTOV-ON-DON
Fedorinova O. I., Kuropyatnikov M. V., Kozlovskij B. L. *329*

ИНТРОДУКЦИОННОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ АРОМАТИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮФУ
Фирсова И.М., Фирсова А.В. *334*

INTRODUCTION STUDY OF SOME AROMATIC PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE SFU BOTANICAL GARDEN
Firsova I.M., Firsova A.V. *334*

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИОННОГО ИСПЫТАНИЯ СОРТООБРАЗЦОВ *VICIA FABA* L. В УСЛОВИЯХ РАВНИННОГО ДАГЕСТАНА
Хабибов А. Д.[1], *Шуайбова Н.Ш.*[2] *338*

SOME RESULTS OF THE INTRODUCTION TEST OF VARIETIES OF *VICIA FABA* L. IN THE CONDITIONS OF LOWLAND DAGESTAN
Khabibov A.D.[1], *Shuaibova N.Sh.*[2] *338*

РАСТЕНИЯ СЕМЕЙСТВА RUTACEAE JUSS. В ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОЙ КОЛЛЕКЦИИ ДОНЕЦКОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА
Хархота Л.В. *343*

THE PLANTS OF RUTACEAE JUSS. FAMILY IN THE DENDROLOGICAL COLLECTION OF DONETSK BOTANICAL GARDEN
Kharkhota L.V. *343*

СОХРАНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ СТЕПЕЙ В БОТАНИЧЕСКИХ САДАХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ (ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ)
Цицилин А.Н. *348*

CONSERVATION OF THE BIOLOGICAL DIVERSITY OF STEPPES IN THE BOTANICAL GARDENS OF THE NON- CHERNOZEM ZONE OF RUSSIA (PERSPECTIVES AND PROBLEMS)
Tsitsilin A.N. *348*

ОЦЕНКА ВСХОЖЕСТИ СЕМЯН НЕКОТОРЫХ ОДНОЛЕТНИХ КУЛЬТУР В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ В УНЦ «БОТАНИЧЕСКИЙ САД» СГУ
Шакина Т.Н., Климова М.А. *353*

EVALUATION OF SEED GENERATING OF SOME ANNUAL CROPS UNDER LABORATORY CONDITIONS IN THE ERC "BOTANICAL GARDEN" SSU
Shakina T.N., Klimova M.A. *353*

ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ, ОБЛАДАЮЩИЕ АНТИМИКРОБНЫМИ И ПРОТИВОВИРУСНЫМИ СВОЙСТВАМИ, В КОЛЛЕКЦИИ ГУ «ДОНЕЦКИЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД»
Шпилевая Н.В. *358*

MEDICINAL PLANTS WITH ANTIMICROBIAL AND ANTIVIRAL PROPERTIES IN THE PI «DONETSK BOTANICAL GARDEN» COLLECTION
Shpilevaya N.V. *358*

УЧЕБНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД КУБАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА – ОБЪЕКТ СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТЕНИЙ НА КУБАНИ
Яненко Т. Г., Нагалевский М. В., Бибкова Е. П. *364*

EDUCATIONAL BOTANICAL GARDEN OF KUBAN STATE UNIVERSITY - OBJECT OF CONSERVATION PLANT BIODIVERSITY IN THE KUBAN
Yanenko T. G., Nagalevskiy M. V., Bibkova E. P. *364*

АНАЛИЗ ФЛОРЫ ТЕРОФИТОВ ЦЕНТРАЛЬНЫХ ПАРКОВ ГОРОДА МАХАЧКАЛА
Яровенко Е.В., Алиева М.Г. *368*

ANALYSIS OF THE FLORA OF THEROPHYTES OF CENTRAL PARKS CITIES OF MAKHACHKALA
Yarovenko E.V., Aliyeva M.G. *368*

СЕКЦИЯ №3. ПОЧВЕННЫЕ РЕСУРСЫ СТЕПНОЙ ЗОНЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА И ВОЗРАСТАЮЩИХ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК 375

КРАСНАЯ КНИГА ПОЧВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ КАК БАЗА ДАННЫХ ПО ПОЧВЕННЫМ ЭТАЛОНАМ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА
Безуглова О.С. *377*

THE RED BOOK OF SOILS OF ROSTOV REGION AS A DATABASE FOR SOIL STANDARDS IN A CHANGING CLIMATE
Bezuglova O. S. *377*

МИКРОБНАЯ АКТИВНОСТЬ КОНСТРУКТОЗЕМОВ, СОЗДАННЫХ НА ОСНОВЕ ТОРФЯНО-ПЕЧАНЫХ СМЕСЕЙ, В РАЗНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ
Васильева М. Н.[1], Корнейкова М. В.[1,2], Васенев В. И.[1,3], Сотникова Ю. Л.[1]* *381*

MICROBIAL ACTIVITY FROM TECHNOSOLS CREATED WITH PEAT-SAND-LOAM MIXTURES ALONG THE CLIMATIC GRADIENT
Vasileva M. N.[1], Korneykova M.V.[1,2], Vasenev V.I.[1,3], Sotnikova Y.L.[1]* *381*

МОРФОАНАЛИТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО ПРИАНГАРЬЯ
Гагулина А.А., Киселева Н.Д. *388*

MORPHOGENETIC FEATURES OF SOME SOILS IN THE SOUTHERN ANGARA REGION
Gagulina A.A., Kiseleva N.D. *388*

ПАСТБИЩНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ НА ФОНЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ
Гасанова З.У., Биарсланов А.Б., Муртазалиев Р.А. *396*

PASTURE ECOSYSTEMS OF THE NORTH-WESTERN CASPIAN REGION AGAINST THE BACKGROUND OF CLIMATE CHANGES
Gasanova Z.U., Biarslanov A.B., Murtazaliev R.A. *396*

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА В РАЗНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮФУ
Даденко Е.В. *398*

ENZYME ACTIVITY OF CHERNOZEM IN VARIOUS PLANT COMMUNITIES OF THE BOTANICAL GARDEN
Dadenko E.V. *398*

ОЦЕНКА СКОРОСТИ РАЗЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ В ГОРОДСКИХ И СТЕПНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТОДОМ «ЧАЙНЫХ ПАКЕТИКОВ»
Сальник Н.В., Волкова С.М., Пильгуй А.О., Иващенко К.В., Горбов С.Н. *402*

ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКИХ ПОЧВ НА ПРИМЕРЕ РОСТОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ
Скрипников П.Н., Горбов С.Н., Наливайченко А.А., Матецкая А.Ю. *405*

CHANGES IN THE HUMUS STATE OF URBAN SOILS ON THE EXAMPLE OF THE ROSTOV AGGLOMERATION
Skripnikov P.N., Gorbow S.N., Nalivaichenko A.A., Matetskaya A.Y. *405*

НЕКОТОРЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ПО СТРУКТУРНЫМ ФРАКЦИЯМ УРБОСТРАТОЗЕМОВ
Тагивердиев С.С. *409*

SEVERAL PATTERNS OF HEAVY METAL DISTRIBUTION IN THE STRUCTURAL FRACTIONS OF URBOSTRATOZEMS
Tagiverdiev S.S. *409*

ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОГРЕБЕННОГО ПРОФИЛЯ УРБОСТРАТОЗЕМОВ НА ЧЕРНОЗЕМАХ МИГРАЦИОННО-СЕГРЕГАЦИОННЫХ
Тагивердиев С.С., Сальник Н.В. *414*

TRANSFORMATION OF THE STRUCTURAL FORM OF THE BURIED PROFILE OF URBOSTRATOZEMS ON CALCIC CHERNOZEMS
Tagiverdiev S.S., Salnik N.V. *414*

ВЛИЯНИЕ ГРУНТОВОГО ПОДТОПЛЕНИЯ НА СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ МИГРАЦИОННО-СЕГРЕГАЦИОННЫХ
Тищенко С.А. *419*

INFLUENCE OF GROUND FLOODING ON THE CHERNOZEM BIOLOGICAL PROPERTIES
Tishchenko S.A. *419*

ВЛИЯНИЕ СМЕНЫ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА КАРБОНАТНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИАЗОВСКОЙ СТЕПИ, СОСТАВ СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ УГЛЕРОДА И ^{14}С-ВОЗРАСТ КАРБОНАТОВ
[1]Хохлова О.С., [2]Булышева А.М. *424*

INFLUENCE OF LAND-USE CHANGE ON THE CARBONATE STATUS OF CHERNOZEMS IN THE CIS-AZOV STEPPE, THE COMPOSITION OF STABLE CARBON ISOTOPES AND ^{14}C-AGE IN PEDOGENIC CARBONATES
[1]Khokhlova Olga, [2]Bulysheva Anna *424*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОСТПИРОГЕННОГО ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА И ВОЗРАСТАЮЩИХ АНТРОПОГЕННЫХ НАГРУЗОК
Чебыкина Е.Ю., Абакумов Е.В. *432*

HORIZONS OF STUDYING POSTFIRE SOIL FORMATION FEATURES THROUGH CHANGING CLIMATE AND INCREASING ANTHROPOGENIC IMPACT
Chebykina E.Yu., Abakumov E.V. *432*

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ В ПРЕДЕЛАХ ЛОКАЛЬНО ПЕРЕУВЛАЖНЕННОГО ЛАНДШАФТА
Шевченко А.О., Драгун В.С., Тищенко С.А. *436*

SOIL HUMIDITY SPATIAL VARIABILITY WITHIN A LOCALLY HYDROMORPHIC LANDSCAPE
Shevchenko A.O., Dragun V.S., Tishchenko S.A. *436*

СЕКЦИЯ №4. ТЕХНОЛОГИИ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ЦЕЛЯХ МОНИТОРИНГА БИОРАЗНООБРАЗИЯ И БИОРЕСУРСОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ..... 441

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛОВ В ЛИСТЬЯХ КЛЕНОВ
Игнатова М. А.[1], Козловский Б. Л.[1], Дмитриев П. А.[1], Вардуни Т. В.[1] *443*

СЕЗОННЫЕ И СУТОЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ТРАНСПИРАЦИИ ЖИДКОСТИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ *PINUS SYLVESTRIS*
Р.Н. Оспищев[1], С.Н. Горбов[1], В.И. Васенев[2] *448*

SEASONAL AND DAILY CHANGES IN THE LIQUID TRANSPIRATION RATE OF WOODY PLANTS ON THE EXAMPLE OF SCOTT PINE *PINUS SYLVESTRIS*
R.N. Ospischev[1], S.N. Gorbov[1], V.I. Vasenev[2] *448*

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
Рагимова К.О. *454*

ГЕОБОТАНИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОСТРОВА КАЛАНЧИНСКИЙ (РОСТОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)
Соколова Т.А. *459*

GEOBOTANICAL MAPPING OF VEGETATION OF DONSKOY ISLAND (ROSTOV REGION)
SOKOLOVA T.A. 459

СЕКЦИЯ №5. БИОТЕХНОЛОГИЯ, ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ..... 467

KARGI-ENDANGERED TRADITIONAL RICE VARIETY PROTECTION AND CONSERVATION: A CASE STUDY
Abhishek Singh[1], Rakesh Singh Sengar[1], Vishnu Rajput[3], Anil Kumar Singh[4] *469*

REGULATING ANTIOXIDANT SYSTEM BY ZNO-NPS IN RICE UNDER SALINITY STRESS CONDITION

Abhishek Singh[1], Rakesh Singh Sengar[1], Priyadarshani Rajput[2] *475*

ROLE OF NANOFERTILIZER FOR SUSTAINABLE HORTICULTURE CROP PRODUCTION
Divya Pandey[1] and Shipra Singh Parmar[2], Abhishek Singh[3], Vishnu D Rajput[4], Awani Kumar Singh[5], Alok Kumar Singh[6] *484*

APPLICATION OF SIMPLE SEQUENCE REPEATS (SSR) MARKERS IN CROP IMPROVEMENT
Shipra Singh Parmar[1] and Abhishek Singh[2], Vishnu D Rajput[3], Awani Kumar Singh[4], Santosh Kumar Gupta[5] *490*

УНИВЕРСАЛЬНАЯ МИНЕРАЛЬНАЯ ПИТАТЕЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ ИНДУКЦИИ КАЛЛУСО И ОРГАНОГЕНЕЗА У *GINKGO BILOBA L.*
Азаров А. С., Чохели В. А., Вардуни Т.В., Дмитриев П.А. *496*

UNIVERSAL MINERAL MEDIUM FOR CALLUSO INDUCTION AND ORGANOGENESIS IN *GINKGO BILOBA L.*
Azarov A.S., Chokheli V.A., Varduni T.V., Dmitriev P.A. *496*

ИЗУЧЕНИЕ СОРТОВ И ОБРАЗЦОВ РИСА ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ВРЕМЕННОЙ ЗАСУХЕ ПРИ ПЕРИОДИЧЕСКОМ ОРОШЕНИИ
Аксенов А.В., Костылев П.И., Краснова Е.В. *500*

STUDY OF RICE VARIETIES AND SAMPLES FOR RESISTANCE TO TEMPORARY DROUGHT DURING PERIODIC IRRIGATION
Aksenov A.V., Kostylev P.I., Krasnova E.V. *500*

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ КАЛЛУСОВ РАСТЕНИЙ *SCHLUMBERGERA* LEM. В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*
Алфеев А.С.[1], Матюшкин В.А.[1], Чохели В.А.[2] *506*

DEVELOPMENT OF METHODS FOR OBTAINING PLANT CALLUSES *SCHLUMBERGERA* LEM. *IN VITRO*
Alfeev A.S.[1], Matyushkin V.A.[1], Chokheli V.A.[2] *506*

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ *GALEGA OFFICINALIS* L. *IN VITRO* CULTIVATION OF *GALEGA OFFICINALIS* L. *IN VITRO*
Бакулин С. Д., Чохели В. А., Ермолаева О. Ю., Вардуни Т. В. *508*

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ БЕЛАРУСИ
Баранов О.Ю., Падутов В.Е., Каган Д.И, Ивановская С.И., Пантелеев С.В., Разумова О.А., Маркевич Т.С., Можаровская Л.В., Падутов А.В., Кирьянов П.С., Богинская Л.А. *517*

THE MAIN DIRECTIONS OF GENETIC ANALYSIS OF FOREST PLANTS OF BELARUS
Baranov O.Yu., Padutov V.E., Kagan D.I, Ivanovskaya S.I., Panteleev S.V., Razumova O.A., Markevich T.S., Mozharovskaya L.V., Padutov A.V., Kir'yanov P.S., Boginskaya L.A. *517*

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ КРУПНОПЛОДНОГО ПОДСОЛНЕЧНИКА
Гаврилова В.А., Ступникова Т.Г., Шеленга Т.В., Макарова Л.Г, Алпатьева Н.В., Хафизова Г.В., Анисимова И.Н. *521*

GENETIC RESOURCES FOR THE BREEDING OF LARGE FRUIT SUNFLOWER
V.A. Gavrilova, T. G. Stupnikova, T.V. Shelenga, L. G. Makarova, N. V. Alpatieva, I.N. Anisimova *521*

ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДНЫХ ПЛАСТОХИНОНА НА ТРАНСКРИПЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ ГЕНОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ РАСТЕНИЙ ЯЧМЕНЯ В НОРМЕ И ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА

Дуплий Н.Г., Митюков В.Д. 527

EFFECT OF PLASTOQUINONE DERIVATIVES ON THE TRANSCRIPTIONAL ACTIVITY OF THE ANTIOXIDANT SYSTEM GENES OF BARLEY PLANTS IN THE NORMAL CONDITIONS AND UNDER THE INFLUENCE OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES
Duplii N.G., Mityukov V.D. 527

ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ
Жабатинская Ю.В.[1], Цаценко Л.В.[2] 534

PRODUCTIVITY OF SUGAR BEET IN CONDITIONS OF INSUFFICIENT MOISTURE
Zhabatinskaya Yu.V.[1], Tsatsenko L.V.[2] 534

ИССЛЕДОВАНИЯ ДИКОГО ВИНОГРАДА СЕВЕРНОГО КАВКАЗА И СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ ЧЕРНОГО МОРЯ
Звягин А.С., Милованов А.В., Трошин Л.П. 538

THE STUDY OF THE WILD GRAPES OF THE NORTHERN CAUCASUS AND THE NORTHERN AREAS OF THE BLACK SEA
Zvyagin A.S., Milovanov A.V., Troshin L.P. 538

ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА НА СКОРОСТЬ СНИЖЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ЗЕРНА КУКУКРУЗЫ В ПРЕДУБОРОЧНЫЙ ПЕРИОД
Исакова С.В.[1], Забирова Э.Р.[2], Епифанович Ю.В.[3], Цаценко Л.В.[4] 546

INFLUENCE OF GENOTYPE ON THE RATE OF REDUCTION OF MOISTURE OF CORN GRAIN DURING THE PRE-HARVESTING PERIOD
Isakova S.V.[1], Zabirova E.R.[2], Epifanovich Yu.V.[3], Tsatsenko L.V.[4] 546

СОЗДАНИЕ СОРТОВ РИСА, УСТОЙЧИВЫХ К ЗАСОЛЕНИЮ
Костылев П.И.[1], Краснова Е.В.[2], Аксенов А.В.[3], Кудашкина Е.Б.[4] 554

CREATION OF RICE VARIETIES RESISTANT TO SALINIZATION
Kostylev P.I.[1], Krasnova E.V.[2], Aksenov A.V.[3], Kudashkina E.B.[4] 554

СОЗДАНИЕ РЕГЕНЕРАНТНЫХ РАСТЕНИЙ РИСА МЕТОДОМ КУЛЬТУРЫ ПЫЛЬНИКОВ
Костылев П.И.[1], Черткова Н.Г.[2] 559

CREATION OF REGENERATIVE RICE PLANTS BY ANTHER CULTURE METHOD
Kostylev P.I.[1], Chertkova N.G.[2] 559

ЭЛЕМЕНТЫ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РИСА
Краснова Е.В., Костылев П.И., Аксенов А.В. 566

ELEMENTS OF THE CROP STRUCTURE THAT AFFECT THE PRODUCTIVITY OF RICE
Krasnova E.V., Kostylev P.I., Aksenov A.V. 566

ОСОБЕННОСТИ ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ IN VITRO КОРНЕВИЩНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ *HOSTA* L.
Кулько С.В., Бородаева Ж.А., Ткаченко Н.Н., Тохтарь Л.А. 572

FEATURES OF THE INTRODUCTION OF RHIZOUS PLANTS IN VITRO CULTURE ON THE EXAMPLE OF *HOSTA* L.
Kulko S.V., Borodaeva Zh.A., Tkachenko N.N., Tokhtar L.A. 572

КОЛЛЕКЦИЯ IN VITRO РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ: ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ, ИЗУЧЕНИЕ И СОХРАНЕНИЕ

Малаева Е.В.[1,2] *575*

IN VITRO COLLECTION OF RARE PLANT SPECIES: PRINCIPLES OF FORMATION, STUDY AND PRESERVATION
E.V. Malaeva[1,2] *575*

ВЫДЕЛЕНИЕ И ОЧИСТКА ДНК ИЗ СУХИХ ЧЕШУЙ ЛУКА РЕПЧАТОГО ДЛЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
Митюков В.Д., Дуплий Н.Г. *580*

DNA ISOLATION AND PURIFICATION FROM DRY ONION PEEL FOR MOLECULAR GENETIC ANALYSIS
Duplii N.G., Mityukov V.D. *580*

ОЦЕНКИ ВНУТРИВИДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ НА ОСНОВЕ АЛЛОЗИМНЫХ И МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ
Петюренко М.Ю., Камалова И.И. *584*

EVALUATIONS OF INTRASPECIES VARIABILITY OF FOREST TREE SPECIES BASED ON ALLOSYME AND MICROSATELLITE LOCUS
M.Yu. Peturenko, Kamalova I.I. *584*

НОВЫЕ ГИБРИДНЫЕ ФОРМЫ ТРАВЯНИСТЫХ И ДРЕВОВИДНЫХ ПИОНОВ СЕЛЕКЦИИ ЮУБСИ УФИЦ РАН
Реут А.А. *589*

NEW HYBRID FORMS OF HERBAL AND TREE PAEONIA BREEDED BY SUBGI UFRS RAS
Reut A.A. *589*

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ЛИНИИ ТРИТИКАЛЕ
Романов Б.В.[1], Вошедский Н.Н.[1], Гуленок Р.А.[1], Калашник Т.Ю.[2] *594*

PROMISING TRITICALE LINES
Romanov B.V.[1], Voshedskyi N.N.[1], Gulenok R.A.[1], Kalaschnik T.Yu.[2] *594*

МНОГОЛЕТНИЕ ВИДЫ КАТРАНА – ПЕРСПЕКТИВНЫЕ КУЛЬТУРЫ ДЛЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА
Семенова Е.Ф.[1], Гончаров Д.А.[1], Шмараева А.Н.[2], Цокало И.Е.[1] *599*

PERENNIAL CRAMBE SPECIES - PROSPECTIVE CROPS FOR MEDICINAL PRODUCTION
Semenova E.F.[1], Goncharov D.A.[1], Shmaraeva A.N.[2], Tsokalo I.E.[1] *599*

РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛОВ ПОЛУЧЕНИЯ БИОМАССЫ РАСТЕНИЙ *GLYCINE MAX* L. МЕТОДАМИ КЛЕТОЧНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ
Степаненко В.В., Чохели В.А., Вардуни Т.В., Дмитриев П.А. *603*

DEVELOPMENT OF PROTOCOLS FOR OBTAINING PLANT BIOMASS OF *GLYCINE MAX* L. WITH USING METHODS OF CELLULAR BIOTECHNOLOGY
Stepanenko V.V., Chokheli V.A., Varduni T.V., Dmitriev P.A. *603*

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КОЛЛЕКЦИЯ ВНЕЯДЕРНЫХ ХЛОРОФИЛЬНЫХ МУТАНТОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА: ОТ ФЕНОТИПА К ГЕНОТИПУ
Усатов А.В., Азарин К.В., Колоколова Н.С. *607*

GENETIC COLLECTION OF EXTRANUCLEAR CHLOROPHYLL-DEFICIENT MUTANTS IN SUNFLOWER: FROM PHENOTYPE TO GENOTYPE
Usatov A.V., Azarin K.V., Kolokolova N.S. *607*

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ПОДХОД В ИЗУЧЕНИИ ИСТОРИИ И АРХЕОГЕНЕТИКИ РАСТЕНИЙ
Цаценко Л.В. *615*

INTERDISCIPLINARY APPROACH IN THE STUDY OF PLANT HISTORY AND ARCHAEOGENETICS
Tsatsenko L. V. *615*

СЕКЦИЯ №6. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ НЕГАТИВНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ. 621

CLASSIFICATION OF FIRE INTENSITY LEVELS IN 2020 IN THE CEDAR AND FIR NATURE RESERVE IN SYRIA USING THE STANDARD NBR FIRE INDEX
Karmo A. S.[1], ALkateb H. M.[1], Hamed Z. A.[1], Salloum A. N.[1], Antar A.A.[1], Daoud R.M.[1,2] *623*

ПОСЛЕДСТВИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОЖАРА НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ ЗАПОВЕДНИКА «УТРИШ»
Вилкова В.В., Нижельский М.С. *628*

CONSEQUENCES OF THE IMPACT OF FIRE ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF BROWN SOILS OF THE RESERVE "UTRISH"
Vilkova V.V., Nizhelsky M.S. *628*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТОЛЕРАНТНОСТЬ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ К УСЛОВИЯМ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ ДОНБАССА
Виноградова Н.А., Попович В.П. *632*

ENVIRONMENTAL TOLERANCE OF MEDICINAL PLANTS TO THE CONDITIONS OF THE URBANIZED ENVIRONMENT OF DONBASS
Vinogradova N.A., Popovich V.P. *632*

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ В ВОЛЬЕРАХ КУНДРЮЧЕНСКОГО ОХОТХОЗЯЙСТВА
Гобарова А.А.[1,2], Жадобин А.В.[2] *636*

ECOLOGICAL CONDITION OF SOILS IN THE ENCLOSURES OF THE KUNDRUCHENSKY HUNTING GROUND
Gobarova A.A.[1,2], Zhadobin A.V.[2] *636*

ДИНАМИКА ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ГОРОДЕ РОСТОВЕ-НА-ДОНУ (1991-2020 ГГ.)[1]
Гудко В.Н.[1], Усатов А.В.[1], Азарин К.В.[1] *639*

DYNAMICS OF HYDROTHERMAL CONDITIONS IN THE CITY ROSTOV-ON-DON (1991-2020)
Gudko V.N.[1], Usatov A.V.[1], Azarin K.V.[1] *639*

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ ДЕГИДРОГЕНАЗ В СЕРОПЕСКАХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ, МЕТАЛЛОИДАМИ И НЕМЕТАЛЛАМИ
Евстегнеева Н.А., Колесников С.И. *643*

CHANGES IN THE DEHYDROGENASES ACTIVITY IN THE ROSTOV REGION HAPLIC ARENOSOLS EUTRIC UNDER POLLUTION WITH HEAVY METALS, METALLOIDS AND NON-METALS
Evstegneeva N.A, Kolesnikov S.I. *643*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОШКОЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
Иванова А.Д., Францева Т.П. *647*

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE CONSTRUCTION OF A PRESCHOOL INSTITUTION ON THE ENVIRONMENTAL STATE OF THE ENVIRONMENT
Ivanova A.D., Franceva T.P. *647*

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ СОЕДИНЕНИЯМИ ПЛАТИНЫ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО
Кабакова В.С., Колесников С.И., Тимошенко А.Н. *650*

CHANGES IN THE TOTAL NUMBER OF BACTERIA DURING POLLUTION WITH PLATINUM COMPOUNDS OF ORDINARY CHERNOZEM
Kabakova V.S., Kolesnikov S.I., Timoshenko A.N. *650*

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ НЕГАТИВНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ
Качалов К. Р. *653*

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE ENVIRONMENT UNDER NEGATIVE ANTHROPOGENIC INFLUENCES
Kachalov K. R. *653*

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ СТЕПНОГО КРЫМА ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭМИССИЙ
Кобечинская В.Г., Пышкин В.Б. *657*

ECOLOGICAL STATE OF NATURAL ECOSYSTEMS OF THE STEPPE CRIMEA UNDER THE INFLUENCE OF NEGATIVE INDUSTRIAL EMISSIONS
Kobechinskaya V.G., Pyshkin V.B. *657*

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ФАКТОР В ФОРМИРОВАНИИ СООБЩЕСТВ ФОТИЧЕСКИХ ЗОН НЕКОТОРЫХ ПЕЩЕР ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ
Козлова Е.В. [1], Мазина С.Е. [1,2,3], Суандзара Беандруна Родлиш [1] *662*

TEMPERATURE FACTOR IN THE FORMATION OF COMMUNITIES OF PHOTIC ZONES OF SOME CAVES IN THE VORONEZH REGION
Kozlova E. V.[1], Mazina S. E.[1,2,3], Soanjara Beandrona Rodlish[1] *662*

ОЦЕНКА ТРОФИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМА ПО КОМПЛЕКСУ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
Кутявина Т.И.[1], Ашихмина Т.Я.[1, 2] *668*

ASSESSMENT OF THE TROPHIC STATE OF A WATER BODY BY A COMPLEX OF BIOLOGICAL AND CHEMICAL INDICATORS
Kutyavina T.I.[1], Ashikhmina T.Ya.[1, 2] *668*

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЛЯХ ТУРГОЯКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ
Лукина Н.В., Филимонова Е.И., Глазырина М.А., Чибрик Т.С. *671*

FLORA AND VEGETATION RESTORATION ON THE TURGOYAK LIMESTONE DEPOSIT DISTURBED LANDS
Lukina N.V., Filimonova E.I., Glazyrina M.A., Chibrik T.S. *671*

АНАЛИЗ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ СРЕДЫ Р. ЕЯ
Лысенко А.С.[1], Максименко А.Г.[1] *676*

ANALYSIS OF THE DEGREE OF POLLUTION OF THE AQUATIC ENVIRONMENT OF THE R. YEYA
Lysenko A.S.[1], Maximenko A.G.[1] *676*

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПОСЛЕ БИОРЕМЕДИАЦИИ БИОЧАРОМ И ГУМАТОМ НАТРИЯ
Минникова Т.В., Русева А.С., Колесников С.И., Труфанов Д.А. *679*

MICROBIOLOGICAL PROPERTIES OF HAPLIC CHERNOZEM CONTAMINATED BY PETROLEUM HYDROCARBONS AFTER BIOREMEDIATION WITH BIOCHAR AND SODIUM HUMATE
Minnikova T.V., Ruseva A.S., Kolesnikov S.I., Trufanov D.A. *679*

ВЛИЯНИЕ ПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ АГРОЦЕНОЗОВ С НУЛЕВОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВ
Мокриков Г.В.[1], Казеев К.Ш.[2] *683*

EFFECT OF COVER CROPS ON THE ECOLOGICAL STATE OF AGROCENOSES WITH NO-TILL SOIL
Mokrikov G.V.[1], Kazeev K.Sh.[2] *683*

АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ ДЕГИДРОГЕНАЗ В БУРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА ПОСЛЕ ХИМИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
Д.И. Мощенко, С.И. Колесников *688*

ANALYSIS OF DEHYDROGENASE ACTIVITY IN BROWN FOREST SOIL OF THE CENTRAL CAUCASUS AFTER CHEMICAL POLLUTION
D.I. Moshchenko, S.I. Kolesnikov *688*

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА РАСТИТЕЛЬНОСТИ СТАРОВОЗРАСТНЫХ ЛЕСОПАРКОВЫХ ЗОН Г. РОСТОВА-НА-ДОНУ
Наливайченко А.А.[1], Скрипников П.Н.[1], Горбов С.Н.[1], Матецкая А.Ю.[1] *691*

STUDY OF THE VEGETATION COMPOSITION OF OLD-GROWN FOREST PARK ZONES IN ROSTOV-ON-DON
Nalivaichenko A.A.[1], Skripnikov P.N.[1], Gorbov S.N.[1], Matetskaya A.Y.[1] *691*

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПОСЛЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА
Новаковский А.Б.[1], Канев В.А.[1], Маркарова М.Ю.[1] *695*

LONG TERM DYNAMICS OF PLANT COMMUNITIES AFTER BIOLOGICAL REMEDIATION OF OIL CONTAMINATED SOILS IN FAR NORTH
Novakovskiy A.B.[1], Kanev V.A.[1], Markarova M.Y.[1] *695*

ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЗАНДРОВО-ВОДОРАЗДЕЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ НАГОРНОЙ ДУБРАВЫ
Одноралов Г.А.[1], Голядкина И.В.[1], Тихонова Е.Н.[1] *703*

FOREST GROWING CONDITIONS OF OUTWASH PLAIN LANDSCAPES OF VORONEZH UPLAND OAK FOREST
Odnoralov G.A.[1], Golyadkina I.V.[1], Tikhonova E.N.[1] *703*

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ КАТАЛАЗЫ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ АНТИБИОТИКАМИ ТЕТРАЦИКЛИНОВОЙ ГРУППЫ
Попова Е.А., Акименко Ю.В., Фастова А.С. *708*

CHANGES IN THE ACTIVITY OF CATALASE OF ORDINARY CHERNOZEM WHEN CONTAMINATED WITH TETRACYCLINE GROUP ANTIBIOTICS
Popova E.A., Akimenko Y.V., Fastova A.S. *708*

ВЛИЯНИЕ ПИРОГЕННОГО ЭФФЕКТА НА ЧИСЛЕННОСТЬ ПОЧВЕННЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ
Приходько В.Д., Казеев К.Ш. *712*

INFLUENCE OF THE PYROGENIC EFFECT ON SOIL MICROBIAL NUMBERS IN WILDFIRE MODELS
Prikhodko V.D., Kazeev K.Sh. *712*

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ВАРЬИРОВАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АГРОЛАНДШАФТЕ
Рагимова К.О. *715*

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНОСТИ ИНВЕРТАЗЫ И ДЕГИДРОГЕНАЗ ПОСЛЕ РЕМЕДИАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННОГО ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО
Ревина С.Ю., Минникова Т.В. *719*

ASSESSMENT OF CHANGES IN THE ACTIVITY OF INVERTASE AND DEHYDROGENASES AFTER REMEDIATION ORDINARY CHERNOZEM CONTAMINATED BY OIL
Revina S.Yu., Minnikova T.V. *719*

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ ЧЕРНОЗЕМА, ЗАГРЯЗНЕННОГО НЕФТЬЮ ПОСЛЕ РЕМЕДИАЦИИ
Русева А.С., Минникова Т.В., Колесников С.И. *723*

CHANGES IN THE TOTAL BACTERIA NUMBER OF BLACK SOIL CONTAMINATED BY OIL AFTER REMEDIATION
Ruseva A.S., Minnikova T.V., Kolesnikov S.I. *723*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ БИОПРЕПАРАТОВ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ
Рыбалкина Е.И. *726*

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF MODERN BIOLOGICAL PRODUCTS ON THE ECOLOGICAL STATE OF SOILS
Rybalkina E.I. *726*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ ПЛАТИНЫ НА ДЛИНУ КОРНЕЙ РЕДИСА В ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ
Тимошенко А.Н., Кабакова В.С., Колесников С.И. *729*

ASSESSMENT OF PLATINUM EFFECT NANOPARTICLES ON RADISH ROOTS LENGTH IN COMMON BLACK EARTH
Timoshenko A.N., Kabakova V.S., Kolesnikov S.I. *729*

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ВОЗДЕЙСТВИИ ТИЛОЗИНОМ И МЕДЬЮ
Труфанов Д.А., Колесников С.И., Акименко Ю.В. *732*

ASSESSMENT OF CHANGES IN THE TOTAL NUMBER OF BACTERIA IN HAPLIC CHERNOZEM UNDER COMBINED EFFECT OF TYLOSIN AND COPPER
Trufanov D.A., Kolesnikov S.I., Akimenko Yu.V. *732*

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ НА АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО, ЗАГРЯЗНЁННОГО АНТИБИОТИКАМИ

Фастова А.С., Акименко Ю.В., Попова Е.А. *736*

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL PREPARATIONS ON THE CATALASE ACTIVITY OF ORDINARY CHERNOZEM CONTAMINATED WITH ANTIBIOTICS
Fastova A.S., Akimenko Y.V., Popova E.A. *736*

ИНТЕНСИВНОСТЬ ЭМИССИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПОЧВАМИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ЮЖНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА (РОСТОВ-НА-ДОНУ) ПРИ РАЗНОМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИИ
Федоренко А.Н. *740*

INTENSITY OF CARBON DIOXIDE EMISSION BY SOILS OF THE BOTANICAL GARDEN OF THE SOUTHERN FEDERAL UNIVERSITY (ROSTOV-ON-DON) UNDER DIFFERENT LAND USE
Fedorenko A.N. *740*

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА НА ОБЩУЮ ЧИСЛЕННОСТЬ БАКТЕРИЙ
Цепина Н.И., Колесников С.И. *743*

INFLUENCE OF SILVER NANOPARTICLES ON THE TOTAL NUMBER OF BACTERIA
Tsepina N.I., Kolesnikov S.I. *743*

ПРОГНОЗЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ РУССКОЙ РАВНИНЫ
Шентеров А.А. *746*

ПРОИСХОЖДЕНИЕ БИОГУМУСА И ЕГО РОЛЬ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
Шентеров А.А. *749*

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ НИЗКОГОРИЙ АДЫГЕИ ПОСЛЕ СВЕДЕНИЯ ЛЕСА
Шхапавцев А.К.[1], Казеев К.Ш.[2] *751*

BIOLOGICAL ACTIVITY OF SOILS IN THE LOW MOUNTAINS OF ADYGEA AFTER DEFORESTATION
Shkhapavtsev A.K. [1], Kazeev K.Sh. [2] *751*

СЕКЦИЯ №7. ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ И МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ..... 757

ПОТЕНЦИАЛ ИЗУЧЕНИЯ РАЗДЕЛА «ЦАРСТВО РАСТЕНИЙ» ШКОЛЬНОГО КУРСА БИОЛОГИИ В ДОСТИЖЕНИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ
Абрашкина А.В.[1], Митина Е.Г.[1] *759*

THE POTENTIALITY OF STUDYING PLANTS IN SCHOOL BIOLOGY FOR ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS OF THE ARCTIC AREA
Abrashkina A.V.[1], Mitina E.G.[1] *759*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ, ИХ СИСТЕМА И РАЗВИТИЕ В ХОДЕ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА БИОЛОГИИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ
Белякова Е.И. *763*

ENVIRONMENTAL KNOWLEDGE, THEIR SYSTEM AND DEVELOPMENT DURING THE STUDY OF THE COURSE OF BIOLOGY AT THE BASIC SCHOOL
Belyakova E.I. *763*

ЭКОЛОГИЯ ГЛАЗАМИ БУДУЩЕГО ВРАЧА
Галустян Л.К., Исраилов М.А., Колмакова Т.С. *768*

ECOLOGY IN THE EYES OF A FUTURE DOCTOR
Galustyan L.K., Israilov M.A., Kolmakova T.S. *768*

ОПЫТ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ В РАМКАХ ЭКОЛОГО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА
Дитмарова М. С. *770*

EXPERIENCE OF INTERACTION WITH EDUCATIONAL ORGANIZATIONS WITHIN THE FRAMEWORK ECOLOGY ENLIGHTENMENT OF THE SOCHI NATIONAL PARK
Ditmarova M.S. *770*

ВЛИЯНИЕ ТРАВОЯДНЫХ ЖИВОТНЫХ НА СОСТОЯНИЕ КЛИМАТА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ
Захарченко С. Р., Даниленко Ю.Ф. *776*

РЕГИОНАЛЬНЫЙ КОМПОНЕНТ В ШКОЛЬНОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ВОСПИТАНИИ
Казакова Нина Юрьевна *782*

REGIONAL COMPONENT IN SCHOOL ENVIRONMENTAL EDUCATION
Kazakova Nina Yuryevna *782*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПРОСВЕЩЕНИЯ В РЕГИОНАХ РОССИИ НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ, КЕМЕРОВСКОЙ И РОСТОВСКИХ ОБЛАСТЕЙ
Козырева А. А. *785*

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE LEVEL OF ENVIRONMENTAL EDUCATION AND ENLIGHTENMENT IN THE REGIONS OF RUSSIA ON THE EXAMPLE OF TOMSK, KEMEROVO AND ROSTOV REGIONS
Kozyreva A. A. *785*

ПРИРОДОВЕДЧЕСКАЯ ОБУЧАЮЩАЯ ЭКСКУРСИЯ ПО БОТАНИЧЕСКОМУ САДУ
Максименко А.Г. *789*

NATURE STUDY TOUR OF THE BOTANICAL GARDEN
Maximenko A.G. *789*

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Мирнова М.Н. *792*

FORMATION OF A SYSTEM OF CONTINUOUS ENVIRONMENTAL EDUCATION IN THE ROSTOV REGION
Mirnova M.N. *792*

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРОПА КАК СИСТЕМООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ
Приходько С.А., Бурдина И.Л. *796*

ENVIRONMENTAL TRAIL AS A SYSTEMIC FORMATION FACTOR FOR RAISING THE ENVIRONMENTAL AWARENESS OF LOCAL POPULATION
Prykhodko S.A., Burdina I.L. *796*

ЕДИНСТВО ПРИРОДНОГО И ИСТОРИКО-КУЛЬТУРНОГО НАСЛЕДИЯ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КИСЛОВОДСКИЙ»
Юферева В.В., Ярыльченко Т.Н. *802*

THE UNITY OF NATURAL AND HISTORICAL AND CULTURAL HERITAGE IN THE FORMATION OF ECOLOGICAL ROUTES OF THE KISLOVODSK NATIONAL PARK
Yufereva V.V., Yarylchenko T.N. *802*

Научное издание

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И БИОРЕСУРСЫ СТЕПНОЙ ЗОНЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Сборник материалов

Международной научной конференции, посвящённой
95-летию Ботанического сада Южного федерального университета

(24–29 мая 2022 г.)

Подписано в печать 20.06.2022 г.
Бумага офсетная. Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Тираж 100 экз.
Усл. печ. лист. 48,36. Уч.-изд. л. 55,16. Заказ № 8547.

Издательство Южного федерального университета.

Отпечатано в отделе полиграфической, корпоративной и сувенирной продукции
Издательско-полиграфического комплекса КИБИ МЕДИА ЦЕНТРА ЮФУ.
344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 200/1, тел (863) 243-41-66.