

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Г.Ф. МОРОЗОВА»

СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
БИОРАЗНООБРАЗИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ
РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

Материалы Международной научно-практической конференции

Воронеж, 26 февраля 2026 г.

Воронеж 2026

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION
OF THE RUSSIAN FEDERATION
FEDERAL STATE BUDGET EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER EDUCATION
«VORONEZH STATE UNIVERSITY OF FORESTRY AND TECHNOLOGIES
NAMED AFTER G.F. MOROZOV»

CONTEMPORARY CHALLENGES AND TOPICAL ISSUES OF BIODIVERSITY
AND SUSTAINABILITY OF PLANT COMMUNITIES

Materials of the International scientific and practical conference

Voronezh, February 26, 2026

Voronezh 2026

УДК 574/577

C56

Редакционная коллегия:

доц. С.И. Дегтярева, доц. В.Т. Попова, преп. И.А. Толбина

Научный редактор

д-р экон. наук, проф. С.С. Морковина

C56 Современные задачи и актуальные вопросы биоразнообразия и устойчивости растительных сообществ : материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 26 февраля 2026 г. / отв. ред. С. И. Дегтярева ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2026. – 481 с. – URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2026/konferenciya-sovremennye-zadachi-i-aktualnye-voprosy-bioraznoobraziya-i-ustojchivosti-rastitelnyh-soobwestv/>. – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7994-1232-6

Материалы международной научно-практической конференции «Современные задачи и актуальные вопросы биоразнообразия и устойчивости растительных сообществ» включают исследования признанных отечественных и зарубежных учёных, также молодых учёных, аспирантов, студентов в соавторстве с научным руководителем. Цель конференции заключалась в обмене информацией и практическим опытом, научными разработками в сфере биоразнообразия и устойчивости растительных сообществ. В задачи конференции входило привлечение молодых учёных, аспирантов, студентов к решению рассматриваемых проблем в сфере лесного хозяйства, экологии, питомниководства. Практическими рекомендациями конференции является призыв ведущих учёных к: переходу от наблюдений за отдельными компонентами к роли всестороннего исследования, внедрению научных разработок в образовательный процесс. Биологи и лесоводы подчеркнули важность сохранения ценного генофонда лесообразующих древесных пород на объектах постоянной лесосеменной базы.

Материалы конференции предназначены для научных и педагогических работников, специалистов лесной отрасли, аспирантов и студентов.

УДК 574/577

ISBN 978-5-7994-1232-6

© ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1. ЭКОСИСТЕМЫ: МОНИТОРИНГ, УСТОЙЧИВОСТЬ, АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

<i>Власенко А.А., Горячева А.В., Федорин Д.Н.</i> Изменение метильного статуса цитозина в составе промотора гена АТФ-цитралиазы в листьях кукурузы при участии фитохромной системы	6
<i>Власенко М.В.</i> Биоресурсный потенциал пастбищных экосистем Иловлинско-Медведицкого междуречья	15
<i>Гомрани С.Д., Федорин Д.Н.</i> Изменение метильного статуса промотора гена <i>PDH-E1</i> пируватдегидрогеназы в листьях кукурузы при засолении	23
<i>Деденко Т.П., Голядкина И.В., Алиева Е.С.</i> К вопросу естественного зарастания нарушенных земель ЦЧР	31
<i>Живитченко Д.И., Брындина Л.В., Корчагина А.Ю.</i> Физиологические механизмы изменения корневой системы хвойных пород под действием органоминеральных комплексов из вторичных ресурсов	40
<i>Каданцев М.М.</i> Трофические связи жуков семейства Chrysomelidae (Coleoptera) с интродуцированными растениями Воронежа	48
<i>Казарцева С.Н.</i> Трансформация плотности населения доминирующих видов птиц при сукцессии растительности на залежных землях	60
<i>Копыленкова А.А., Цепляев А.Н., Журихин А.И.</i> Рост и продуктивность сосны обыкновенной и сосны крымской в условиях города Севастополя	66
<i>Михайлова М.И., Махинова Д.И., Чернышов М.П.</i> Разнообразие, состояние и рост древесных растений в озеленении рабочего поселка Таловая Воронежской области	74
<i>Михин В.И., Михина Е.А.</i> Особенности роста и эколого-мелиоративная роль придорожных защитных насаждений в условиях Центрального Черноземья	81
<i>Нартова И.М., Попова А.А.</i> Состояние древостоев дуба черешчатого в условиях Шипова леса на солонцовых почвах	89
<i>Платонов А.А.</i> Практическая реализация методики оценки густоты нежелательной поросли при зарастании объектов инфраструктуры	99
<i>Платонов А.А.</i> Экспериментальные исследования видового состава нежелательной древесно-кустарниковой растительности, произрастающей вдоль линейных объектов	107
<i>Рыбашилькова Л.П., Сивцева С.Н., Маховикова Т.Ф.</i> Влияние изменения климатических условий Ногайской степи на продуктивность пастбищных экосистем	116
<i>Салугин А.Н., Мелихова Е.В., Корнеева Е.А.</i> Моделирование устойчивости пастбищных экосистем	124
<i>Турко С.Ю., Рыбашилькова Л.Д.</i> Агрометеорологические аспекты формирования урожайности люцерны в засушливой зоне юга России	132
<i>Ширнина Л.В.</i> Значение фитопатологического мониторинга в селекции лесных древесных растений на устойчивость к микозам	141

СЕКЦИЯ 2. ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ РАСТЕНИЙ

<i>Дегтярева С.И., Дорофеева В.Д., Раменская А.С.</i> Особенности прохождения фенофаз <i>Liriodendron tulipifera</i> L., связанных с особенностями климата г.Воронежа	149
<i>Дегтярева С.И., Дорофеева В.Д., Медведева А.И.</i> К вопросу о способах и приёмах поэтапного семенного размножения семейства Сосновые (Pinaceae)	156
<i>Дорофеева В.Д., Дегтярева С.И., Лобаченко В.Е.</i> Особенности адаптации сортов клёна остролистного (<i>Acer platanoides</i> L.) в городской инфраструктуре	163

Еськов В.А. Предварительная оценка состояния и формирования макростробилов <i>Pinus sibirica</i> Du Tour. в коллекции клонов в условиях Курской области	170
Ефименко Д.А., Попова А.А. Осинники Воронежской области и Центральной лесостепи: основные направления научных исследований	178
Комарова О.В., Шпилова В.Ф. Интродукция ели сербской в лесопарковом участке ВНИИЛГИСбиотех	188
Кочергина М.В., Зимарин М.С. К проблеме озеленения интерьеров офисов	195
Левин И.С., Левин С.В. Исследование вопросов, связанных с формированием лесных насаждений из псевдотсуги Мензиса	204
Мажарина А.А., Сороколетова А.С., Селиванова Н.В. Анализ активности антиоксидантных ферментов в листьях сахарной свеклы (<i>Beta vulgaris</i> L.) в условиях солевого стресса	214
Мельник П.Г., Артамонова А.Н., Челноков Т.Н. Рост и продуктивность лесостепных экотипов сосны обыкновенной в условиях Мещёрской низменности	222
Размашкин Д.О., Воблова О.А., Олейникова Е.М. Оценка вредоносности личинок жуков рода <i>Mordellistena</i> sp. в условиях Воронежской области	229
Рязанцева О.С., Цепляев А.Н., Попова В.Т. Оценка качества семян древесных растений в рамках анализа перспективности интродукции	239
Сидор А.И., Казан Д.И., Фомин Е.А. Генетические ресурсы интродуцированных древесных видов в лесном фонде Беларуси	247
Туркин А.Ф., Михин В.И. Особенности роста и состояние дуба черешчатого в байрачных насаждениях Центральной лесостепи	254
Хамитов Р.С., Хамитова С.М. Динамика урожайности сосны кедровой сибирской в интродукционных культурах на территории Вологодской области	260
Цепляев А.Н., Пивоваров М.В., Попова В.Т. Сохранность географических культур сосны обыкновенной в Хреновском бору	266

СЕКЦИЯ 3. СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

Бакунина Т.С., Сиволапов А.И. Лесосеменная база ОГАУ «Биробиджанский лесхоз»	274
Болтнев И.А., Колтунова Л.И., Исаков И.Ю. Формирование видового и селекционного состава рода <i>Betula</i> L. ex situ в Воронежской области	284
Ирисханова З.И., Алдамов Р.Р., Махамеева З.З. Анализ флоры исследуемого участка в Наурском районе (деградированные земли) Чеченской Республики	290
Кирик А.И., Попова В.Т., Парахневич Т.М. Сукцессионная динамика флористического состава пойменных лесов с доминированием клёна американского	308
Маркевич Т.С., Пименова Ж.Ю. Особенности роста смешанных лесных культур дуба черешчатого в Беларуси	315
Мельник К.А., Передриенко А.И., Рогулина Е.Д. Жизненное состояние как основа декоративности некоторых хвойных пород	323
Наконечная Т.С. Рост и жизнеспособность сеянцев лещины обыкновенной при формировании подлеска лесных насаждений в центральной лесостепи	331
Падутов В.Е. Формирование популяционно-генетической структуры лесообразующих видов	341
Сунгурова Н.Р., Страздаускене С.Р. Биологическое разнообразие растительных сообществ на территории детских садов в Арктической зоне	350
Толбина И.А., Попова В.Т., Цепляев А.Н. Особенности формирования живого напочвенного покрова на территории ООПТ Хреновского бора	356
Толбина И.А., Цепляев А.Н., Попова В.Т. Оценка санитарного состояния ООПТ	362

Хреновского бора	
Штена Е.Н. Сохранение биоразнообразия искусственных лесных насаждений в предгорьях восточного Северного Кавказа	370
Mandić Branko, Rakita Dorde. In situ and ex situ conservation strategies for bosnian pine (<i>Pinus heldreichii</i> Christ.) in Bosnia and Herzegovina	376

СЕКЦИЯ 4. ДЕКОРАТИВНОЕ ДРЕВОВОДСТВО И ПИТОМНИКОВОДСТВО

Гордиенко И.М., Брындина Л.В. Оптимизация подбора концентраций нового аминокислотного биопрепарата для лесных питомников методом дихотомии	384
Камаева А.А., Евлаков П.М., Цепляев А.Н. Преимущества метода клонального микроразмножения для массового производства посадочного материала быстрорастущих древесных пород (обзор)	390
Кулагин Д.В., Осипенко Н.В., Острикова М.Я. Изучение технологических схем выращивания микроклонально размноженного посадочного материала высокопродуктивных форм осины	399
Пальцева А.В., Цепляев А.Н., Попова А.А. Опыт размножения можжевельника чешуйчатого «Blue Carpet» методом зеленого черенкования с применением различных технологий	407
Стородубцева Т.Н., Морковин В.А., Жигунова Д.Э. Декоративное древоводство и питомниководство г. Севастополя	415
Тихонова-Латинская Л.А., Цепляев А.Н. Опыт прививки хвойных интродуцентов рода <i>Pinus</i> в питомнике Воронежской области	422
Трапезникова Е.И., Попова А.А., Евлаков П.М. Эффективность клонального микроразмножения отобранных генотипов тополей с использованием стандартных и модифицированных протоколов	431
Цепляев А.Н. Древесно-декоративные питомники Японии: традиции, современность, технологии	441
Шовкун В.А., Цепляев А.Н. Практика выращивания посадочного материала с ЗКС с применением различных технологий	451

СЕКЦИЯ 5. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ. ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭТИКИ В СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЭКОСИСТЕМ

Зотова П.В., Селина В.Д. Образование в условиях глобальных изменений: климатические и социальные вызовы	457
Помазкова Е.Н., Карташова Н.П. Формирование этики ответственного туризма в системе экологического образования (на примере г.Воронежа и Воронежской области)	466
Фесикова О.В., Боcharов Д.В. Взгляд, который обязывает: этика диалога «я-ты» как основа сохранения биоразнообразия	474

СЕКЦИЯ 1. ЭКОСИСТЕМЫ: МОНИТОРИНГ, УСТОЙЧИВОСТЬ, АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

DOI: 10.58168/CSTIBSPC2026_6-14

УДК 577.12

ИЗМЕНЕНИЕ МЕТИЛЬНОГО СТАТУСА ЦИТОЗИНА В СОСТАВЕ ПРОМОТОРА ГЕНА АТФ-ЦИТРАЛИАЗЫ В ЛИСТЬЯХ КУКУРУЗЫ ПРИ УЧАСТИИ ФИТОХРОМНОЙ СИСТЕМЫ

Власенко А.А., магистр каф. биохимии и физиологии клетки ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный университет», Россия, Воронеж

Горячева А.В., магистр каф. биохимии и физиологии клетки ФГБОУ ВО
«Воронежский государственный университет», Россия, Воронеж

Федорин Д.Н., к.б.н., доцент каф. биохимии и физиологии клетки
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Россия, Воронеж

Аннотация. Ген *CSY3*, кодирующий цитозольный фермент АТФ-цитратлиазу (АТФ-ЦЛ КФ 4.1.3.8) содержит в составе своего промотора CpG-островов, что может обуславливать регуляцию за счет изменения степени их метилирования. На основании анализа нуклеотидной последовательности промотора гена *CSY3* разработаны праймеры для бисульфитного секвенирования. Показана роль статуса метилирования отдельных CG-динуклеотидов промотора гена *CSY3* АТФ-цитратлиазы в регуляции уровня их транскриптов, на что указывает прямая корреляция между степенью метилирования промоторов исследуемых генов и содержанием их мРНК в клетках листьев кукурузы при облучении светом разной длины волны. Исследования показывают, что изменение метилирования промотора гена *CSY3* АТФ-цитратлиазы в листьях кукурузы при облучении светом разной длины волны связано с перераспределением метильного статуса цитозина между симметричными (CG и CNG), так и в рамках ассиметричного сайта CNN. При этом в ассиметричных сайтах изменение метильного статуса цитозина при наличии активной формы фитохрома в клетке было незначительным.

Фитохромная система, в частности фитохром В, проявляют регуляторное действие на уровне контроля экспрессии гена *CSY3* АТФ-цитратлиазы, ключевую роль в котором играет изменение метильного статуса промоторной области.

Ключевые слова: кукуруза, метилирование ДНК, промотор, регуляция, фитохром

CHANGES IN THE METHYL STATUS OF CYTOSINE IN THE ATP-CITRALYASE GENE PROMOTER IN CORN LEAVES INVOLVING THE PHYTOCHROME SYSTEM

Vlasenko A.A., master, department of biochemistry and cell physiology,
Voronezh State University, Russia, Voronezh

Goryacheva A.V., master, department of biochemistry and cell physiology,
Voronezh State University, Russia, Voronezh

Fedorin D.N., PhD, associate professor, department of biochemistry and cell
physiology, Voronezh State University, Russia, Voronezh

Abstract. The *CSY3* gene, encoding the cytosolic enzyme ATP-citralase (ATP-CL, EC 4.1.3.8), contains a CpG island in its promoter, which may mediate regulation through changes in the methylation level of these islands. Primers for bisulfite sequencing were developed based on the analysis of the nucleotide sequence of the *CSY3* gene promoter. The role of the methylation status of individual CG dinucleotides in the *CSY3* ATP-citrate lyase gene promoter in regulating their transcript levels is demonstrated, as indicated by a direct correlation between the methylation status of the studied gene promoters and their mRNA content in maize leaf cells irradiated with light of different wavelengths. Studies show that changes in the methylation status of the *CSY3* ATP-citrate lyase gene promoter in maize leaves irradiated with light of different wavelengths are associated with a redistribution of the cytosine methylation status between symmetric (CG and CNG) sites and within the asymmetric CNN site. At asymmetric sites, however, changes in the methylation status of cytosine in the presence of active phytochrome in the cell were insignificant. The phytochrome system, in particular phytochrome B, exhibits a regulatory effect at

the level of controlling the expression of the CSY3 ATP-citrate lyase gene, in which a key role is played by changing the methyl status of the promoter region.

Keywords: maize, DNA methylation, promoter, regulation, phytochrome

Введение. АТФ-цитратлиаза (ACLY, АТФ-ЦЛ КФ 4.1.3.8) — цитозольный фермент, играющий важную роль в метаболизме растений и катализирующий АТФ-зависимое и кофермент А (КоА)-зависимое расщепление цитрата с образованием оксалоацетата, ацетил-КоА, аденозиндифосфат (АДФ) и ортофосфата (Pi) [1]. Фермент обеспечивает связь между митохондриальным и цитозольным метаболизмом, так как цитрат, образующийся в цикле трикарбоновых кислот, транспортируется в цитозоль.

Растения используют фоторецепторы для получения информации об окружающей среде, воспринимающие световые сигналы и улавливающие световые волны различной длины, температуру и другие факторы. К основным фоторецепторам относятся фитохромы - рецепторы красного(КС) и дальнего красного света (ДКС), криптохромы - рецепторы, воспринимающие ультрафиолетовое излучение А-диапазона, синий (СС) и зелёный (ЗС) и фототропины [2]. Такой широкий спектр физиологических ответов растений на разные длины волн обусловлен совместной работой систем фоторецепторов с гормональными системами растений [3, 4].

Световая регуляция посредством метилирования - это механизм, посредством которого свет, как фактор окружающей среды, влияет на экспрессию генов, изменяя при этом паттерны метилирования [5, 6]. Метилирование ДНК представляет собой эпигенетическую модификацию, которая влияет на доступность ДНК для транскрипционных факторов и, соответственно, на процесс транскрипции генов [7, 8]. Фитохромная и криптохромная системы проявляют регуляторное действие на уровне контроля экспрессии генов [9]. Особую роль в эпигенетическом контроле работы генов ферментов, в том числе энзимов окислительного метаболизма, играет изменение метильного статуса промоторных областей генов [10].

Целью данного исследования являлось выявление зависимости изменения метильного статуса цитозина промотора гена CSY3 от фитохромной системы.

Материал и методы исследования. Объектом исследования выступали листья кукурузы (*Zea mays* L.) сорта Воронежская 76, выращенная методом гидропоники при постоянной температуре 25°C и 12-часовом дне.

При выращивании интенсивность света составляла 90 мкмоль квантов · м⁻²·с⁻¹. Постановку эксперимента по облучению растений светом разной длины волны осуществляли с применением специфических светодиодов с нужной длинной волны.

При выделении ДНК из листьев кукурузы использовался метод фенол-хлороформной экстракции. В качестве специфического осадителя ДНК применяли 10М ацетат аммония [11].

Для анализа метильного статуса цитозина применяли бисульфитную конверсию ДНК [12] с последующим бисульфитным секвенированием. Сиквенс продуктов амплификации проводили в компании ЗАО «Евроген». Расчет численных значений метильного статуса промотора исследуемого гена проводился на основании сравнения нуклеотидных последовательностей промотора до и после бисульфитной конверсии. Значения степени метилирования промотора оценивали по заменам С-to-Т и рассчитывали от общей суммы симметричных и асимметричных сайтов метилирования цитозина.

Результаты исследования и их обсуждение. Изменения уровня метилирования симметричных и асимметричных участков промотора гена *CSY3* при облучении листьев кукурузы красным светом свидетельствуют о значимой роли этого эпигенетического механизма в контроле его транскрипционной активности. 12 цитозинов были метилированы в сайтах CG, 3 цитозинов в сайтах CNG и 28 в сайтах CNN.

Анализ распределения долей симметричных и асимметричных сайтов в контексте общей величины метилирования цитозина промотора гена АТФ-цитратлиазы из листьев кукурузы в КС показал, что наибольший вклад в данный показатель вносит асимметричный сайт CNN, доля которых составляет 59 % (рис. 1). Увеличение метильного статуса характерно для симметричных сайтов CNG, где увеличение составило до 17 %.

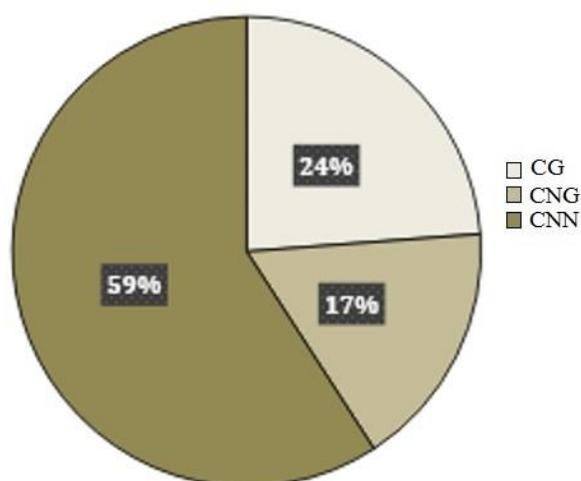


Рисунок 1 – Распределение метилированных цитозинов по симметричным и асимметричным сайтам промотора гена *CSY3* АТФ-цитратлиазы в листьях кукурузы при освещении КС (длина волны 660 нм).

При облучении растений светом с длиной волны 660 нм и 730 нм значительное увеличение метильного статуса цитозинов выявлено в сайтах симметричном CG, при уменьшении анализируемого показателя с симметричным CNG. При последовательном облучении КС+ДКС показано значительное изменение в распределение метильного статуса цитозина в симметричных и ассиметричных сайтах по сравнению с вариантом «КС». Однако, для сайтов CNN также показано уменьшение данного показателя. Величина степени метилирования достигла 53 % (рис. 2).

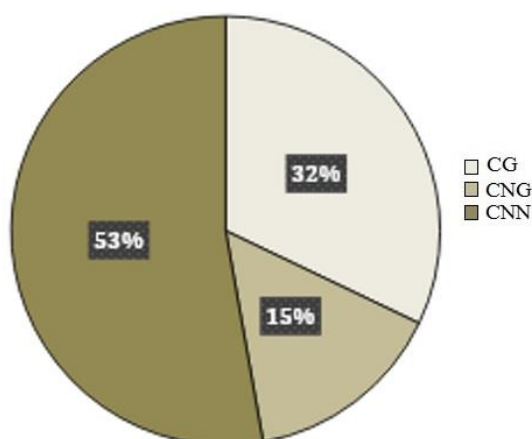


Рисунок 2 – Распределение метилированных цитозинов по симметричным и асимметричным сайтам промотора гена *CSY3* АТФ-цитратлиазы в листьях кукурузы при освещении КС+ДКС (последовательное облучение светом с длинами волн 660 нм и 730 нм).

Для сайтов CG показано увеличение данного показателя на 8 %, что указывает на основной вклад в общий метильный статус промотора гена *CSY3* цитратсинтазы именно сайтов CG. При этом значительные изменения в величине метильного статуса выявлены и для CNN сайтов, что в большей степени связано с типом контроля метильного статуса ДНК по механизму РНК-зависимого метилирования [13].

Кроме того, следует отметить, что при последовательном облучении растений кукурузы КС и ДКС значительно меняется характер распределения метильного статуса цитозина между всеми типами анализируемых сайтов. Это, с высокой долей вероятности, указывает на важную роль в световой регуляции фитохрома В, обладающего способностью к фотоконверсии, в отличие от фитохрома А (14).

Заключение

Цитозольная АТФ-цитратлиаза катализирует реакцию расщепления цитрата с образованием оксалоацетата и ацетил-КоА, проявляет сильную зависимость от уровня окислительно-восстановительного потенциала, АТФ и метаболитов, при этом ацетил-КоА является необходимым элементом для биосинтеза множества соединений.

В ходе исследования выявлено, что метильный статус промотора гена АТФ-цитратлиазы регулируется световым режимом, которому подвергаются растения. Было установлено, что в зеленых листьях кукурузы при освещении КС уровень анализируемый показатель для гена *CSY3* значительно повышается по сравнению с условиями КС+ДКС. Эти результаты свидетельствуют о том, что фитохромная система участвует в контроле работы АТФ-цитратлиазы на уровне транскрипции гена *CSY3*, в частности, доступности промотора для инициации транскрипции.

Проведенные исследования позволяют заключить, что изменением метилирования промотора гена АТФ-ЦС в листьях кукурузы при облучении светом разной длины волны связано с перераспределением метильного статуса цитозина между симметричными (CG и CNG), так и в рамках ассиметричного сайта CNN. При этом в ассиметричных сайтах изменение метильного статуса цитозина при наличии активной формы фитохрома в клетке было значительным. Следовательно, основной вклад в эпигенетический механизма регуляции транскрипционной активности гена цитозольной АТФ-цитратлиазы

в листьях кукурузы вносит цитозин CNN сайтов, метилирование которых осуществляется ферментами CMT2, соответственно [13].

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания ВУЗам в сфере научной деятельности на 2026-2028 годы, проект № FZGU-2026-0010.

Список литературы

1. Fatland, B.L., Ke, J., Anderson, M.D., et al, Molecular Characterization of a Heteromeric ATP-Citrate Lyase That Generates Cytosolic Acetyl-Coenzyme A in *Arabidopsis* // *Plant Physiology*. - 2002. - V. 130. - P. 740–756. – DOI: 10.1104/pp.008110.
2. Alabadi, D., Blazquez, M.A. Molecular interactions between light and hormone signaling to control plant growth // *Plant Mol Biol*. - 2009. – V. 69. – P. 409-417. - DOI: 10.1007/s11103-008-9400-y.
3. Ballare, C.Z. Light regulation of plant defense // *Annu. Rev. Plant Biol*. 2014. V. 65. P. 335-363. - DOI: 10.1146/annurev-arplant-050213-040145.
4. Eprintsev, A.T., Fedorin, D.N., Igamberdiev, A.U. Ca^{2+} is involved in phytochrome A-dependent regulation of the succinate dehydrogenase gene *sdh1-2* in *Arabidopsis* // *J Plant Physiol*. - 2013. - V. 170, N. 15. – P. 1349-1352. - DOI: 10.1016/j.jplph.2013.04.006.
5. Buryanov, Ya.I., Shevchuk, T.V. DNA Methyltransferases and Structural-Functional Specificity of Eukaryotic DNA Modification // *Biochemistry (Moscow)*. – 2005. - V. 70, N. 7. - P. 730. - DOI: 10.1007/s10541-005-0178-0.
6. Chan, S.W., Henderson, I.R., Jacobsen, S.E. Gardening the genome: DNA methylation in *Arabidopsis thaliana* // *Nature Rev. Genet*. – 2005. – V. 6. – P. 351–360. - DOI: 10.1038/nrg1601.
7. Li, Y., Tollefsbol, T.O. DNA methylation detection: bisulfite genomic sequencing analysis // *Methods Mol Biol*. - 2011. – V. 791. – P. 11-21. - DOI: 10.1007/978-1-61779-316-5_2.
8. Marinus, M.G., Casadesus, J. Roles of DNA adenine methylation in host-pathogen interactions: mismatch repair, transcriptional regulation, and more // *FEMS Microbiol*. – 2009. – V. 33. – № 3. – P. 488–503. - DOI: 10.1111/j.1574-6976.2008.00159.x.

9. Igamberdiev, A.U., Eprintsev, A.T., Fedorin, D.N., et al. Phytochrome-mediated regulation of plant respiration and photorespiration // *Plant Cell Environ.* – 2014. – V. 37. – P. 290-299. - DOI: 10.1111/pce.12155.
10. Fedorin, D.N., Eprintsev, A.T., Igamberdiev, A.U. The role of promoter methylation of the genes encoding the enzymes metabolizing di- and tricarboxylic acids in the regulation of plant respiration by light // *J Plant Physiol.* - 2024 - V.294: 154195. - DOI: 10.1016/j.jplph.2024.154195.
11. Chomczynski, Sacchi, P.N. Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction // *Analytical biochemistry.* – 1987. – V. 162. – P. 156–159. - DOI: 10.1006/abio.1987.9999.
12. Cokus, S.J., Feng, S., Zhang, X., et al. Shotgun bisulphite sequencing of the *Arabidopsis* genome reveals DNA methylation patterning // *Nature Letters.* – 2008. – V. 452. – P. 215-219. - DOI: 10.1038/nature06745.
13. Lucibelli, F.M., Valoroso, C., Aceto, S. Plant DNA Methylation: An Epigenetic Mark in Development, Environmental Interactions, and Evolution // *Int J Mol Sci.* – 2022. – V. 23: 8299. - DOI: 10.3390/ijms23158299.
14. Kreslavski, V.D., Los, D.A., Schmitt, F.J. et al. The impact of the phytochromes on photosynthetic processes // *Biochim. Biophys. Acta.* - 2018. - V. 1859. - P. 400-408. - DOI: 10.1016/j.bbabbio.2018.03.003.

References

1. Fatland, B.L., Ke, J., Anderson, M.D., et al, Molecular Characterization of a Heteromeric ATP-Citrate Lyase That Generates Cytosolic Acetyl-Coenzyme A in *Arabidopsis* // *Plant Physiology.* - 2002. - V. 130. - P. 740–756. – DOI: 10.1104/pp.008110.
2. Alabadi, D., Blazquez, M.A. Molecular interactions between light and hormone signaling to control plant growth // *Plant Mol Biol.* - 2009. – V. 69. – P. 409-417. - DOI: 10.1007/s11103-008-9400-y.
3. Ballare, C.Z. Light regulation of plant defense // *Annu. Rev. Plant Biol.* 2014. V. 65. P. 335-363. - DOI: 10.1146/annurev-arplant-050213-040145.
4. Eprintsev, A.T., Fedorin, D.N., Igamberdiev, A.U. Ca^{2+} is involved in phytochrome A-dependent regulation of the succinate dehydrogenase gene *sdh1-2* in *Arabidopsis* // *J Plant Physiol.* - 2013. - V. 170, N. 15. – P. 1349-1352. - DOI: 10.1016/j.jplph.2013.04.006.

5. Buryanov, Ya.I., Shevchuk, T.V. DNA Methyltransferases and Structural-Functional Specificity of Eukaryotic DNA Modification // *Biochemistry (Moscow)*. – 2005. – V. 70, N. 7. – P. 730. – DOI: 10.1007/s10541-005-0178-0.
6. Chan, S.W., Henderson, I.R., Jacobsen, S.E. Gardening the genome: DNA methylation in *Arabidopsis thaliana* // *Nature Rev. Genet.* – 2005. – V. 6. – P. 351–360. – DOI: 10.1038/nrg1601.
7. Li, Y., Tollefsbol, T.O. DNA methylation detection: bisulfite genomic sequencing analysis // *Methods Mol Biol.* – 2011. – V. 791. – P. 11-21. – DOI: 10.1007/978-1-61779-316-5_2.
8. Marinus, M.G., Casadesus, J. Roles of DNA adenine methylation in host-pathogen interactions: mismatch repair, transcriptional regulation, and more // *FEMS Microbiol.* – 2009. – V. 33. – № 3. – P. 488–503. – DOI: 10.1111/j.1574-6976.2008.00159.x.
9. Igamberdiev, A.U., Eprintsev, A.T., Fedorin, D.N., et al. Phytochrome-mediated regulation of plant respiration and photorespiration // *Plant Cell Environ.* – 2014. – V. 37. – P. 290-299. – DOI: 10.1111/pce.12155.
10. Fedorin, D.N., Eprintsev, A.T., Igamberdiev, A.U. The role of promoter methylation of the genes encoding the enzymes metabolizing di- and tricarboxylic acids in the regulation of plant respiration by light // *J Plant Physiol.* – 2024 - V.294: 154195. – DOI: 10.1016/j.jplph.2024.154195.
11. Chomczynski, Sacchi, P.N. Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction // *Analytical biochemistry.* – 1987. – V. 162. – P. 156–159. – DOI: 10.1006/abio.1987.9999.
12. Cokus, S.J., Feng, S., Zhang, X., et al. Shotgun bisulphite sequencing of the *Arabidopsis* genome reveals DNA methylation patterning // *Nature Letters.* – 2008. – V. 452. – P. 215-219. – DOI: 10.1038/nature06745.
13. Lucibelli, F.M., Valoroso, C., Aceto, S. Plant DNA Methylation: An Epigenetic Mark in Development, Environmental Interactions, and Evolution // *Int J Mol Sci.* – 2022. – V. 23: 8299. – DOI: 10.3390/ijms23158299.
14. Kreslavski, V.D., Los, D.A., Schmitt, F.J. et al. The impact of the phytochromes on photosynthetic processes // *Biochim. Biophys. Acta.* – 2018. – V. 1859. – P. 400-408. – DOI: 10.1016/j.bbabbio.2018.03.003.

БИОРЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПАСТБИЩНЫХ ЭКОСИСТЕМ ИЛОВЛИНСКО-МЕДВЕДИЦКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Власенко М. В. , к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник
ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного
лесоразведения РАН, Россия, Волгоград

Аннотация: Цель исследований – оценка современного состояния и продуктивности пастбищных экосистем Иловлинско-Медведицкого междуречья. Мониторинг осуществлялся в I декаде июня 2025 гг. на 6 локациях. Объекты исследований находятся на Арчединско-Иловлинско-Донском песчаном массиве (Волгоградская область, территории вблизи, с.п. Озерки, п. Вилтов, х. Желтухин). На каждой локации были осуществлены укусы (1 м^2 в 10-кратной повторности), определены средняя высота травостоя (см), проективное покрытие (%), доля фракции злаков, бобовых видов и разнотравья в фитомассе ($\%/ \text{м}^2$), а также доля фракции мезофитных, ксерофитных и переходных мезо-ксерофитных, ксеро-мезофитных видов ($\%/ \text{м}^2$). Установлено, что согласно схеме зарастания песчаной залежи на территории проходит полынно-разнотравно-злаковая фаза зарастания песков с возрастом залежи 6-10 лет. На всей территории исследований доминируют *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr., *Stipa pennata* L., *Artemisia arenaria* DC., *Helichrysum arenarium* (L.) DC., *Dianthus campestris* M. Bieb., *Jurinea cyanoides* DC., *Euphorbia virgata* Waldst. & Kit., *Poa bulbosa* L. Максимальная средняя урожайность травостоев ($307,2 \text{ г/м}^2$) была выявлена на локации №6 у подножия песчаного бугра. Средняя урожайность составила $223,6 \text{ г/м}^2$. Среднее количество видов в сообществах достигло $5,5 \text{ шт /м}^2$, в том числе злаков – $2,2 \text{ г/м}^2$, бобовых видов – $0,3 \text{ г/м}^2$, разнотравья – $3,0 \text{ г/м}^2$. В фитомассе доминировали ксерофиты (52-69 %). Основную фитомассу формировали злаковая (47,0 %) и разнотравная фракции (48,4 %).

Ключевые слова: доминанты, видовое разнообразие, урожайность, проективное покрытие, высота травостоя, фракционное деление фитомассы.

BIORESOURCE POTENTIAL OF THE ILOVLINSKO-MEDVEDITSKY INTERFLUVE PASTURE ECOSYSTEMS

Vlasenko M.V., PhD in Agriculture, Leading Researcher

Research Center for Agroecology, Complex Reclamation, and Protective Afforestation, Russian Academy of Sciences, Russia, Volgograd

Abstract: The purpose of the research is to assess the current state and productivity of the pasture ecosystems of the Ilovinsky–Medveditsky interfluvium. Monitoring was carried out in the first decade of June 2025 at 6 locations. The objects of research are located in the Archedinskoy-Ilovinsky-Donskoy sand massif (Volgograd region, territories near the village of Ozerki, village of Viltov, village of Zheltukhin). Mowing was carried out at each location (1 m² in 10-fold repetition), the average height of the herbage (cm), the projective coverage (%), the proportion of the fraction of cereals, legumes and various grasses in the phytomass (%/m²), as well as the proportion of the fraction of mesophytic, xerophytic and transitional meso-xerophytic, xerophytic-mesophytic species (% / m²). It has been established that, according to the pattern of overgrowth of a sand deposit, a wormwood-grass-grain phase of overgrowth of sands takes place in the territory with the age of the deposit of 6-10 years. It was found that *Stipa lessingiana* Trin & Rupr. is dominant throughout the research area, *Stipa pennata* L., *Artemisia arenaria* DC., *Helichrysum arenarium* (L.) DC., *Dianthus campestris* M. Bieb., *Jurinea cyanooides* DC., *Euphorbia virgata* Waldst. & Kit., *Poa bulbosa* L. The maximum average yield of herbage (307.2 g/m²) was found at location No. 6 at the foot of the sandy hillock. The average yield was 223.6 g/m². The average number of species in

¹ Работа проводилась в рамках Государственного задания FNFE-2025-0004 «Теоретическое обоснование и концепция адаптивных решений по управлению фитоэкологическими ресурсами агроландшафтов засушливой зоны РФ на бассейновом уровне, с использованием системно-динамического моделирования почвенно-гидрологических процессов, многофакторного анализа влияния изменения климата и антропогенных нагрузок»

² The work was carried out within the framework of the State assignment FNFE-2025-0004 "Theoretical justification and concept of adaptive solutions for the management of phytoecological resources of the Russian Federation arid zone agricultural landscapes at the river's basin level, using system-dynamic modeling of soil-hydrological processes, climate change effects and anthropogenic loads multifactorial analysis".

the communities reached 5.5 pcs/m², including cereals – 2.2 g/m², legume species – 0.3 g/m², and mixed grasses – 3.0 g/m². The phytomass was dominated by xerophytes (52-69 %). The main phytomass was formed by cereal (47.0 %) and mixed-herb fractions (48.4 %).

Keywords: dominants, species diversity, yield, projective cover, grass stand height, and fractional division of phytomass.

Введение. Основные качества, которыми должны обладать природные экосистемы, это: инерционность, т.е. свойство экосистемы при переходе из одного состояния устойчивого равновесия в другое сохранять внутренние связи между её элементами, а также пластичность, то есть способность после временного антропогенного или природного воздействия на неё возвращаться в прежнее состояние устойчивого равновесия. Центральным компонентом в обеспечении устойчивости экосистем является неуклонное сохранение и повышение плодородия почв [1]. Таким образом, соблюдение выше отмеченных положений и грамотное управление параметрами биоресурсного потенциала базовых компонентов пастбищной экосистемы, установленных на основе мониторинга, будет способствовать не только увеличению её продуктивности, но и экологическому балансу территории. Мониторинговые исследования имеют большое значение и позволяют получить современные научные данные для разработки новых и совершенствования существующих технологий создания и рационального использования кормовых угодий. Выявление изменения флористического богатства сообществ, их урожайности и структуры под влиянием различных факторов (климатических, экологических, антропогенных и др.) даёт представление о динамических тенденциях изменения продуктивности природных экосистем [2, 3].

Цель исследований – оценка современного состояния и продуктивности пастбищных экосистем Иловлинско-Медведицкого междуречья.

Материал и методы исследования. Мониторинг осуществлялся в I декаде июня 2025 гг. по общепринятым и собственной методикам [4-7] на 6 локациях пастбищных экосистем Иловлинско-Медведицкого междуречья Донского бассейна: №1 – пологоувалистые и равнинные площади вблизи защитных лесных насаждений (ЗЛН); 2 – открытая степь на пологоувалистых и равнинных площадях; 3 – пологоувалистые и равнинные площади вблизи куртин древесных насаждений; 4 – бугристо-холмистые пески; 5 – бугристо-холмистые пески; 6 – подножие

песчаного бугра. Объекты исследований находятся на Арчединско-Иловлинско-Донском песчаном массиве (Волгоградская область, территории вблизи, с.п. Озерки, п. Вилтов, х. Желтухин). На каждой локации были осуществлены укосы 1 м² в 10-кратной повторности, определены средняя высота травостоя (см), проективное покрытие (%), доля фракции злаков, бобовых и разнотравья в фитомассе (% / м²), а также доля фракции мезофитных, ксерофитных и переходных мезо-ксерофитных, ксеро-мезофитных видов (% / м²).

Результаты исследования и их обсуждение. Почвенный покров Донского бассейна различается в верхнем и среднем его течении, а также по геоморфологическим элементам долины. Правый склон Донской долины покрыт сильноосмытыми глинистыми почвами. К левому пологому, сложенному аллювиальными отложениями, приурочены разнообразные по механическому составу относительно слабоэродированные почвы. На III надпойменной террасе распространены лугово-черноземные почвы и черноземы суглинистого механического состава. На I и II террасах преобладают песчаные и супесчаные почвы, местами залегают слабогумусированные пески, легко развеваемые ветром. В понижениях между песчаными буграми встречаются заболоченные почвы. Регион исследований относится ко II и III надпойменным террасам [8].

Согласно схеме зарастания песчаной залежи на территории проходит полынно-разнотравно-злаковая фаза зарастания песков с возрастом залежи 6-10 лет [9]. В сообществах на всех локациях доминируют ковыли Иоанна и Лессинга (*Stipa lessingiana* Trin. & Rupr., *Stipa pennata* L.), полынь песчаная (*Artemisia arenaria* DC.), цмин песчаный (*Helichrysum arenarium* (L.) DC.), гвоздика равнинная (*Dianthus campestris* M. Bieb.), наголоватка васильковая (*Jurinea cyanoides* DC.), молочай лозный (*Euphorbia virgata* Waldst. & Kit.), мятлик луковичный (*Poa bulbosa* L.). Субдоминантами являются: житняк гребенчатый (*Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv.), льнянка дроколистная (*Linaria genistifolia* (L.) Mill.), астрагал нутовый (*Astragalus cicer* L.), солонечник очитколистный (*Galatella sedifolia* (L.) Greuter) и тысячелистник мелкоцветковый (*Achillea micrantha* Willd.).

Сравнительная характеристика средних показателей фитоценозов всех исследованных участков между собой в начале I декады июня 2025 г. показала, что максимальное число переходных мезо-ксерофитных видов (0,4 шт./м²) выявлено на локациях №1, ксеро-мезофитных видов (0,5 шт./м²) – на локациях №6, табл. 1. Максимальная средняя урожайность трав (307,2 г/м²) при максимальной средней

высоте (60,7 см), максимальном среднем проективном покрытии (77 %), максимальном участии в фитомассе разнотравья (4,4 шт./м²) и мезофитов (3,1 шт./м²) отмечена на локации №6 у подножия песчаного бугра. Наименьшая средняя урожайность (180,6 г/м²) при наименьшем участии в фитомассе злаков (37,5%/м²) и наибольшем участии бобовых видов (9,2 %/м²) установлена в травостоях на бугристо-холмистых песках локации №5. Растительность на локации №4 характеризуется наибольшей долей участия в фитомассе злаков (61,5 %/м²), однако при этом наименьшим их числом в расчёте на 1 м² (1,9 шт./м²). Наибольшим числом злаковых видов (2,5 шт./м²) и ксерофитной растительности (3,8 шт./м²), но при этом наименьшим средним проективным покрытием (47,2 %) отличается травостой на локации №3 вблизи куртин древесных насаждений. Максимальная доля в фитомассе разнотравья выявлена в открытой степи на пологоувалистых и равнинных площадях локации №2 (57 %/м²).

Таблица 1 – Количественные интегральные показатели травостоя, июнь, 2025 г.

№ локации	Средняя урожайность сырой фитомассы, г/м ²	Средняя высота, см	Среднее проективное покрытие, %	Фракции фитомассы, %/м ²			Число видов, шт./м ²			Число видов по отношению к влаге, шт./м ²			
				злаки	бобовые	разнотравье	злаки	бобовые	разнотравье	ксерофиты	мезофиты	ксеро-мезофиты	мезо-ксерофиты
1	191,4	47,7	48,1	43,6	4,3	50,1	2,2	0,3	3,9	3,5	2,5	0	0,4
2	269,0	53,1	61,7	43,0	0	57,0	2,0	0	2,7	2,7	2,0	0	0
3	189,6	46,3	47,2	57,5	0	43,5	2,5	0	3,1	3,8	1,8	0	0
4	203,8	60,6	63,7	61,5	6,5	32,0	1,9	0,5	1,8	2,6	1,7	0	0
5	180,6	54,6	53,7	37,5	10,2	53,3	2,5	0,4	2,3	3,0	2,2	0	0
6	307,2	60,7	77,3	38,9	6,7	54,4	2,3	0,4	4,4	3,6	3,1	0,5	0,3
среднее	223,6	53,8	58,6	47,0	4,6	48,4	2,2	0,3	3,0	3,2	2,2	0,1	0,1

В фитомассе на всех локациях преобладают ксерофиты: №1 (в среднем 52

%), №2 (в среднем 69 %), №3 (в среднем 65 %), №4 (в среднем 65 %), №5 (в среднем 59 %), №6 (в среднем 54 %), рисунок 1.

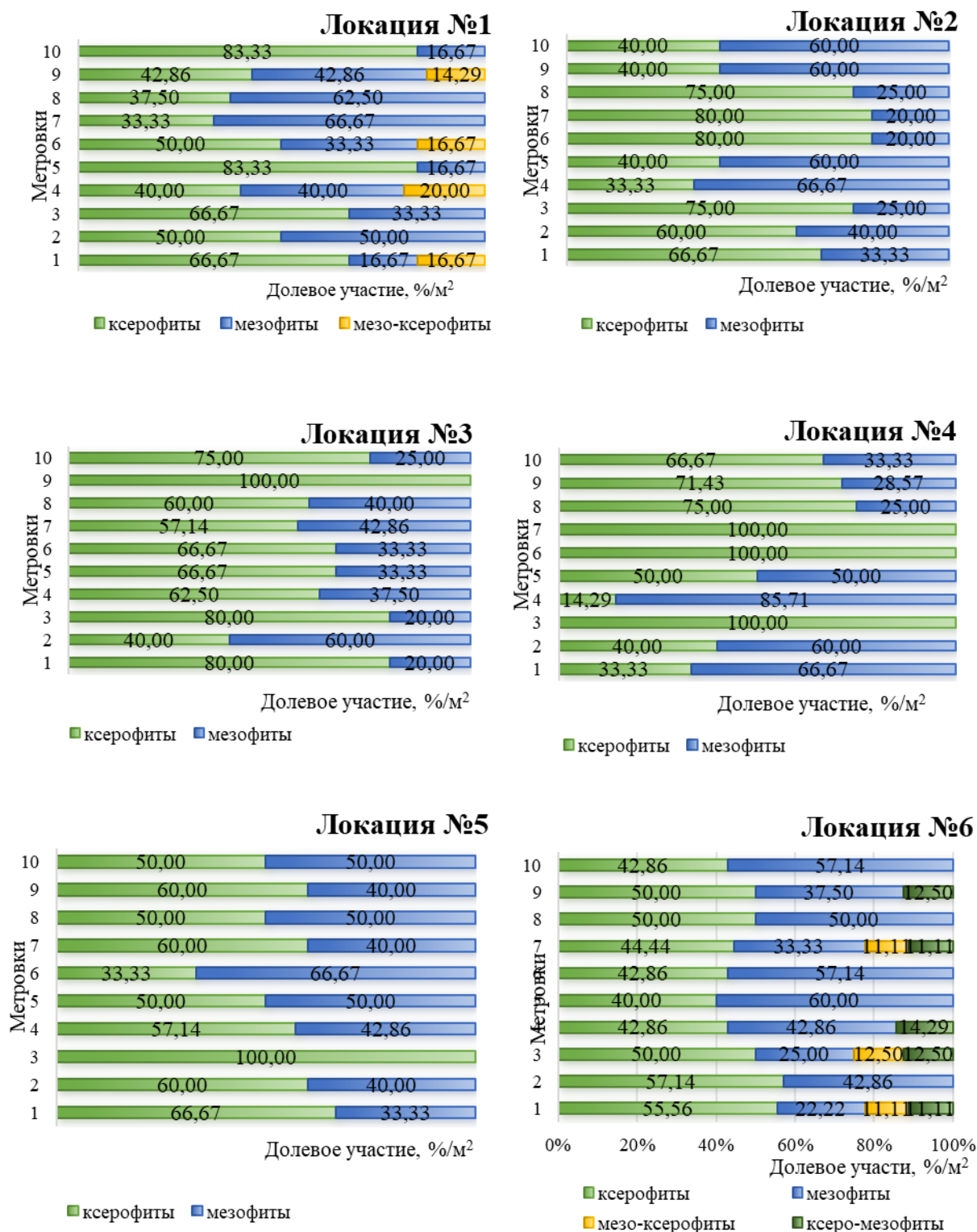


Рисунок 2 – Доля фракций мезофитной, ксерофитной, ксеро-мезофитной и мезо-ксерофитной растительности в фитомассе, убранной с 1 м² в 10-кратной повторности.

Заключение

Обобщая полученные результаты, следует отметить, что по маршруту Озерки-Вилтов-Желтухин в июне 2025 г. средняя урожайность травостоя составила 223,6 г/м². Среднее количество видов в сообществах достигло 5,5 шт./м², в том числе злаков – 2,2 г/м², бобовых видов – 0,3 г/м², разнотравья – 3,0 г/м². В фитомассе доминируют ксерофиты (52-69 %). Злаковая фракция в фитомассе составляет в среднем по всем локациям 47 %, разнотравная – 48,4 %, фракция бобовых видов – 4,6 %. Доминантами являются *Stipa lessingiana* Trin. & Rupr., *Stipa pennata* L., *Artemisia arenaria* DC., *Helichrysum arenarium* (L.) DC., *Dianthus campestris* M. Bieb., *Jurinea cyanoides* DC., *Euphorbia virgata* Waldst. & Kit., *Poa bulbosa* L. Согласно схеме зарастания песчаной залежи на территории проходит полынно-разнотравно-злаковая фаза зарастания песков с возрастом залежи 6-10 лет.

Список литературы

1. Миркин, Б. М. Управление функцией агроэкосистемы: стратегия, тактика, ограничения, роль самоорганизации / Б. М. Миркин, Р. М. Хазиахметов // Известия Самарского научного центра РАН. 2000 – Т.2., №. 2 – С. 300.
2. Кулик, А. К. Использование базы данных открытого доступа при оценке видового разнообразия территории Иловлинско-Медведицкого междуречья / А. К. Кулик, М. В. Власенко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2025. – № 2(80). – С. 436-449. – DOI 10.32786/2071-9485-2025-02-46. – EDN LPWZSH.
3. Власенко, М. В. Фитоценотический потенциал пастбищ на песчаных массивах Донского бассейна / М. В. Власенко, А. К. Кулик // Аридные экосистемы. – 2024. – Т. 30, № 2(99). – С. 45-55. – DOI 10.24412/1993-3916-2024-2-45-55. – EDN QPBFCR.
4. Полевая геоботаника / под ред. Е. М. Лавренко А. А. Корчагина. М.,Л.: Изд-во АН СССР. – 1964. – 530 с.
5. Доспехов, В. А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. Изд. 4-е, перераб. и доп./ В. А. Доспехов // М.: Колос. – 1979 г. –416 с.
6. Романенко, Г.А. Кормовые растения России / Г. А. Романенко, А. И. Тютюнников, П. Л. Гончаров // Москва: ЦИНАО. – 1999. – 372 с.
7. Власенко, М. В. Методическая основа исследования влияния эдафического фактора на биоценотические процессы в искусственных кормовых ценозах / М. В. Власенко, С. Ю. Турко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2015. – № 1(57). – С. 104-110. – EDN TMVOXP.

8. Вальков, В.Ф. Почвы Юга России / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Калесников // Ростов-на-Дону: Изд-во «Эверест». –2008. – 276 с.

9. Зюзь, Н. С. Закономерности смены растительного покрова на песчаных залежах / Н. С. Зюзь // Ботанический журнал. – 1968. – Т. 53. – С. 987-990.

References

1. Mirkin, B. M. Management of the agroecosystem function: strategy, tactics, limitations, and the role of self-organization / B. M. Mirkin, R. M. Khaziakhmetov // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2000 – Vol. 2, No. 2 – p. 300.

2. Kulik, A. K. The use of an open access database in assessment species diversity of the territory of the Ilovinsky-Medveditsky interfluvium / A. K. Kulik, M. V. Vlasenko // Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and higher professional education. – 2025. – No 2(80). – Pp. 436-449. – DOI 10.32786/2071-9485-2025-02-46. – EDN LPWZSH.

3. Vlasenko, M. V. Phytocenotic potential of pastures in the sandy massifs of the Don basin / M. V. Vlasenko, A. K. Kulik // Arid ecosystems. – 2024. – Vol. 30, No. 2(99). – pp. 45-55. – DOI 10.24412/1993-3916-2024-2-45-55. – EDN QPBFCR.

4. Field geobotany / edited by E. M. Lavrenko and A. A. Korchagin, Moscow, L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1964, 530 p.

5. Dospekhov, V. A. Methodology of field experience: with the basics of statistical processing of research results. 4th Ed., reprint. and additional/ V. A. Dospekhov // Moscow: Kolos. – 1979 - 416 p.

6. Romanenko, G.A. Fodder plants of Russia / G. A. Romanenko, A. I. Tyutyunnikov, P. L. Goncharov // Moscow: TsINAO, 1999. – 372 p.

7. Vlasenko, M. V. Methodological basis for the study of the influence of the edaphic factor on biocenotic processes in artificial forage cenoses / M. V. Vlasenko, S. Y. Turko // Ways to increase the efficiency of irrigated agriculture. – 2015. – № 1(57). – Pp. 104-110. – EDN TMVOXP.

8. Valkov, V.F. Soils of the South of Russia / V. F. Valkov, K. S. Kazeev, S. I. Kalesnikov // Rostov-on-Don: Publishing house "Everest". -2008. – 276 p.

9. Zyuz, N. S. Patterns of vegetation cover change in sandy deposits / N. S. Zyuz // Botanical Journal. – 1968. – Vol. 53. – Pp. 987-990.

ИЗМЕНЕНИЕ МЕТИЛЬНОГО СТАТУСА ПРОМОТОРА ГЕНА *PDH-E1* ПИРУВАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В ЛИСТЬЯХ КУКУРУЗЫ ПРИ ЗАСОЛЕНИИ

Гомрани Саид Джамел-эддине, аспирант каф. биохимии и физиологии клетки ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Россия, Воронеж

Федорин Д.Н., к.б.н., доцент каф. биохимии и физиологии клетки ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Россия, Воронеж

Аннотация. В данной работе показано изменение метильного статуса промотора гена пируватдегидрогеназы (ПДГ) в листьях кукурузы в условиях острого солевого стресса. Применение метода бисульфитного секвенирования позволило провести оценку изменения метилирования цитозина сайтах CG, что может обуславливать регуляцию транскрипционной активности исследуемого гена. Для оценки метильного статуса проведена амплификация и секвенирование фрагмента промотора гена *PDH-E1* после предварительной бисульфитной конверсии ДНК. Показано, что уровень метилирования CpG-сайтов в исследуемом фрагменте достоверно возрастает с 66,7 % в контроле до 77,8 % через 6 ч и 88,9 % через 12 и 24 ч стресса. Анализ экспрессии данного гена методом ПЦР в реальном времени показал уменьшение его транскриптов в данный период эксперимента, достигающее ~10 % от контрольного уровня к 24 ч. Установлена выраженная отрицательная корреляция ($r = -0,98$) между уровнем метилирования промотора и экспрессией гена *PDH-E1*. Полученные данные свидетельствуют, что эпигенетическим механизмом, участвующим в регуляции транскрипции *PDH-E1* в листьях кукурузы в условиях солевого стресса, может выступать метилирование его промоторной области по цитозину.

Ключевые слова: *Zea mays*, пируватдегидрогеназа, метилирование ДНК, солевой стресс, промотор, экспрессия гена

CHANGES IN THE METHYL STATUS OF THE PYRUVATE DEHYDROGENASE GENE PROMOTER IN CORN LEAVES UNDER SALINITY

Ghomrani Said Djamel-eddine, postgraduate student, department of biochemistry and cell physiology, Voronezh State University, Russia, Voronezh

Fedorin D.N., PhD, associate professor, department of biochemistry and cell physiology, Voronezh State University, Russia, Voronezh

Abstract: This study demonstrates changes in the methylation status of the pyruvate dehydrogenase (PDH) gene promoter in corn leaves under acute salt stress. Using bisulfite sequencing, we assessed changes in cytosine methylation at CG sites, which may regulate the transcriptional activity of the gene under study. To assess the methylation status, a fragment of the *PDH-E1* gene promoter was amplified and sequenced after preliminary bisulfite conversion of DNA. The methylation level of CpG sites in the studied fragment was shown to increase significantly from 66.7 % in the control to 77.8 % after 6 hours and 88.9 % after 12 and 24 hours of stress. Real-time PCR analysis of the gene's expression revealed a decrease in its transcripts during this period of the experiment, reaching ~10% of the control level by 24 hours. A significant negative correlation ($r = -0.98$) was established between the promoter methylation level and *PDH-E1* gene expression. These data indicate that cytosine methylation of the promoter region may be an epigenetic mechanism involved in the regulation of *PDH-E1* transcription in maize leaves under salt stress.

Keywords: *Zea mays*, pyruvate dehydrogenase, DNA methylation, salt stress, promoter, gene expression.

Введение. Пируватдегидрогеназный комплекс (ПДК, КФ 1.2.4.1) катализирует необратимое окислительное декарбоксилирование пирувата с образованием ацетил-КоА, НАДН и CO_2 , обеспечивая взаимосвязь гликолиза, цикла трикарбоновых кислот (ЦТК) и липидного обмена [1]. При наличии абиотического стресса, включая засоление почвы, растения вынуждены перестраивать первичный метаболизм для поддержания клеточного гомеостаза. Подавление активности ПДК рассматривается как адаптивная схема, позволяющая перенаправлять пируват для синтеза совместимых осмолитов (пролина, глицина бетаина) и снижения генерации активных форм кислорода в

митохондриальной дыхательной цепи [2, 3]. Регуляция активности ПДК осуществляется на нескольких уровнях: посттрансляционном (фосфорилирование/дефосфорилирование субъединиц) и транскрипционном (экспрессия генов, кодирующих E1, E2 и E3 энзимы комплекса) [4]. Фермент E1 (пируватдегидрогеназа) катализирует декарбоксилирование пирувата и перенос ацетильной группы на липоил-содержащую субъединицу E2 [5]. В последнее время все более актуальной становится роль эпигенетических механизмов, в частности ДНК-метилирования в промоторных областях, как способа регуляции экспрессии стресс-чувствительных генов у растений [6, 7]. Метилирование цитозинов в контексте CpG в промоторах часто ассоциировано с транскрипционной репрессией [8].

Цель исследования. Целью настоящей работы явилось исследование динамики метилирования промотора гена *PDH-E1* у кукурузы в условиях острого солевого стресса и установление корреляции с уровнем экспрессии данного гена.

Материалы и методы исследования.

В качестве объектной группы исследовались листья кукурузы (*Zea mays* L., сорта Воронежская 76). Растения 14 дней осуществляли гидропонным способом в условиях 12-часового фотопериода и температуре 25°C.

Солевой стресс вызывался переносом растений в раствор, содержащий 150 мМ NaCl. Контрольная группа помещалась в дистиллированную воду. Образцы для анализа отбирались через 0 (контроль), 6, 12 и 24 часа после начала стресса.

Геномная ДНК была выделена из 100 мг свежих листьев с помощью коммерческого набора S-ОРБ (ООО «С-Синтол», Россия), после чего подвергали бисульфитной конверсии с использованием набора ConverGen (ООО «Райсол Био», Россия). Эффективность конверсии контролировалась по степени дезаминирования неметилированных цитозинов вне CpG-контекста (>90 %). После бисульфитной конвертации ДНК амплифицировали с использованием праймеров Прямой праймер: 5'-tttttagaggggtaagattatagggt-3', обратный праймер: 5'-cctaаааасааасаааасattctcc-3'. Полученные ампликоны очищали и отправляли на секвенирование по Сэнгеру в компанию Евроген (ЗАО «Евроген», Россия). Процент метилирования рассчитывали по формуле: $(\text{число метилированных CpG} / \text{общее число CpG}) \times 100 \%$.

Относительный уровень экспрессии гена *PDH-E1* определялся методом ПЦР в реальном времени. В качестве нормализатора использовали ген фактора элонгации EF-1A. Нуклеотидные последовательности специфичных праймеров к гену *PDH-E1* кукурузы: прямой: cctatggctggagagcttcg, обратный: gtcaagcctgcccatacagt.

Каждый экспериментальный образец анализировался в 4 повторностях.

Результаты исследования и обсуждение. Секвенирование ампликона промотора *PDH-E1* после бисульфитной конверсии позволило выявить участок, обладающий 9 CpG-сайтами. Анализ исследуемого показателя в течение 24 часов эксперимента продемонстрировал достоверное увеличение уровня метилирования: с 66,66 % в контроле, до 77,77 % через 6 ч и 88,88 % через 12 и 24 ч солевого стресса (таблица 1). Эффективность бисульфитной конверсии во всех образцах составляла более 90 %, что также послужило показателем достоверности полученных данных.

Таблица 1 - Статус метилирования CpG-сайтов в промоторе *PDH-E1* при
солевом стрессе

Время (ч)	Количество CpG-сайтов	Количество метилированных CpG	Процент метилирования	Процент бисульфитной конверсии
0 (контроль)	9	6	66,66 %	91,5 %
6	9	7	77,77 %	90,3 %
12	9	8	88,88 %	98,4 %
24	9	8	88,88 %	98,6 %

Изучение экспрессии гена *PDH-E1* выявило снижение содержания транскриптов данного и к 24 часам уровень анализируемого показателя уменьшился на 10 % от контрольного.

Оценка корреляции уровня метилирования промотора гена *PDH-E1* и его экспрессии, показала статистическую значимость, при этом коэффициент корреляции Пирсона составил $r = -0,98$. Следовательно, снижение транскрипционной активности исследуемого гена в листьях кукурузы при засолении является результатом увеличения метильного статуса его промотора, что, вероятно, может обуславливать перестройку дыхательного метаболизма у растений через подавление активности ключевых ферментов митохондрий, в том числе и комплекса пируватдегидрогеназы [3, 9]. Подобный механизм позволяет растению в случае необходимости быстро и обратимо модулировать

экспрессию стресс-чувствительных генов без изменения нуклеотидной последовательности [6, 7].

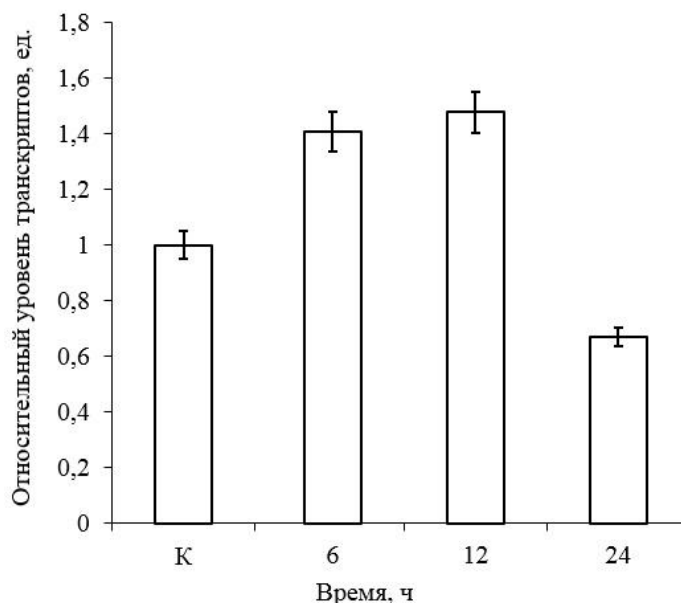


Рисунок 1 - Относительный уровень транскриптов гена *PDH-E1* в листьях кукурузы при засолении.

Применение бисульфитного секвенирования [10], позволило получить количественные данные о динамике эпигенетических модификаций на уровне отдельных цитозинов промотора гена *PDH-E1*, что может вносить вклад в регуляцию его транскрипции [11]. Обнаруженная сильная отрицательная корреляция ($r = -0,98$) подтверждает функциональную значимость метилирования промотора *PDH-E1*, как механизма транскрипционной репрессии при солевом стрессе [12].

Заключение.

Проведенные исследования с применением бисульфитного секвенирования показали, что солевой стресс вызывает быстрое гиперметилирование промотора *PDH-E1* в листьях кукурузы, которое в свою очередь коррелирует со снижением содержания транскриптов этого гена. По всей видимости, этот эпигенетический механизм является ранним адаптивным ответом на стресс, помогающим перестраивать дыхательный метаболизм растения для нивелирования негативного эффекта. Полученные результаты, позволяют предположить механизмы адаптации клеточного метаболизма растений, опосредованные эпигенетической модификацией регуляторных участков генов, ответственных за ключевые метаболические потоки.

Понимание этих механизмов позволит разрабатывать более устойчивые к стрессу сорта культурных растений при помощи целенаправленной селекции или биотехнологических подходов.

Список литературы

1. Budde, R.J., Randall, D.D. Pea leaf mitochondrial pyruvate dehydrogenase complex is inactivated in vivo in a light-dependent manner // Proc Natl Acad Sci USA. - 1990. - V. 87. - P. 673–676. doi: 10.1073/pnas.87.2.673.
2. Che-Othman, M.H., Millar, A.H., Taylor, N L. Connecting salt stress signalling pathways with salinity-induced changes in mitochondrial metabolic processes in C3 plants // Plant Cell Environ. - 2017. - V. 40. - P. 2875-2905. doi: 10.1111/pce.13034.
3. Saha, P., Kunda, P., Biswas, A.K. Influence of sodium chloride on the regulation of Krebs cycle intermediates and enzymes of respiratory chain in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek) seedlings // Plant Physiol Biochem. - 2012. - V. 60. - P. 214–222. doi: 10.1016/j.plaphy.2012.08.008.
4. Tovar-Mendez, A., Miernyk, J.A., Randall D.D. Regulation of pyruvate dehydrogenase complex activity in plant cells // Eur J Biochem. - 2003. - V. 270. - P. 1043–1049. doi: 10.1046/j.1432-1033.2003.03469.x.
5. Plant pyruvate dehydrogenase complexes. in Alpha-Keto Acid Dehydrogenase Complexes / M.S. Patel, T.E. Roche, R.A. Harris, Eds., Basel: Birkhäuser Basel, 1996. - P. 71–92. doi: 10.1007/978-3-0348-8981-0_5.
6. Chinnusamy, V., Zhu, J.-K. Epigenetic regulation of stress responses in plants // Current Opinion in Plant Biology. - 2009. 1- V. 2. - P. 133–139. doi: 10.1016/j.pbi.2008.12.006.
7. Liu, J., He, Z. Small DNA Methylation, Big Player in Plant Abiotic Stress Responses and Memory // Front. Plant Sci. - 2020. - V. 11: 595603. doi: 10.3389/fpls.2020.595603.
8. Law, J.A., Jacobsen, S.E. Establishing, maintaining and modifying DNA methylation patterns in plants and animals // Nat Rev Genet. - 2010 - V. 11. - P. 204–220. doi: 10.1038/nrg2719.
9. Che-Othman, M.H., Jacoby, R.P., Millar, A.H. et al. Wheat mitochondrial respiration shifts from the tricarboxylic acid cycle to the GABA shunt under salt stress // New Phytol. - 2020. V. 225. - P. 1166-1180. doi: 10.1111/nph.15713.

10. Frommer, M., McDonald, L.E., Millar, D.S., et al. A genomic sequencing protocol that yields a positive display of 5-methylcytosine residues in individual DNA strands // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1992. - V. 89. - P. 1827–1831. doi: 10.1073/pnas.89.5.1827.
11. Sun, M., Yang, Z., Liu, L., et al. DNA Methylation in Plant Responses and Adaption to Abiotic Stresses // *International Journal of Molecular Sciences*. - 2022. - V. 23: 6910. doi: 10.3390/ijms23136910.
12. Pandey, G., Sharma, N., Sahu, P.P., et al. Chromatin-Based Epigenetic Regulation of Plant Abiotic Stress Response // *Curr Genomics*. - 2016. - V. 17. - P. 490–498. doi: 10.2174/1389202917666160520103914.

References

1. Budde, R.J., Randall, D.D. Pea leaf mitochondrial pyruvate dehydrogenase complex is inactivated in vivo in a light-dependent manner // *Proc Natl Acad Sci USA*. - 1990. - V. 87. - P. 673–676. doi: 10.1073/pnas.87.2.673.
2. Che-Othman, M.H., Millar, A.H., Taylor, N L. Connecting salt stress signalling pathways with salinity-induced changes in mitochondrial metabolic processes in C3 plants // *Plant Cell Environ*. - 2017. - V. 40. - P. 2875-2905. doi: 10.1111/pce.13034.
3. Saha, P., Kunda, P., Biswas, A.K. Influence of sodium chloride on the regulation of Krebs cycle intermediates and enzymes of respiratory chain in mungbean (*Vigna radiata* L. Wilczek) seedlings // *Plant Physiol Biochem*. - 2012. - V. 60. - P. 214–222. doi: 10.1016/j.plaphy.2012.08.008.
4. Tovar-Mendez, A., Miernyk, J.A., Randall D.D. Regulation of pyruvate dehydrogenase complex activity in plant cells // *Eur J Biochem*. - 2003. - V. 270. - P. 1043–1049. doi: 10.1046/j.1432-1033.2003.03469.x.
5. Plant pyruvate dehydrogenase complexes. in *Alpha-Keto Acid Dehydrogenase Complexes* / M.S. Patel, T.E. Roche, R.A. Harris, Eds., Basel: Birkhäuser Basel, 1996. - P. 71–92. doi: 10.1007/978-3-0348-8981-0_5.
6. Chinnusamy, V., Zhu, J.-K. Epigenetic regulation of stress responses in plants // *Current Opinion in Plant Biology*. - 2009. 1- V. 2. - P. 133–139. doi: 10.1016/j.pbi.2008.12.006.

7. Liu, J., He, Z. Small DNA Methylation, Big Player in Plant Abiotic Stress Responses and Memory // *Front. Plant Sci.* - 2020. - V. 11: 595603. doi: 10.3389/fpls.2020.595603.
8. Law, J.A., Jacobsen, S.E. Establishing, maintaining and modifying DNA methylation patterns in plants and animals // *Nat Rev Genet.* - 2010 - V. 11. - P. 204–220. doi: 10.1038/nrg2719.
9. Che-Othman, M.H., Jacoby, R.P., Millar, A.H. et al. Wheat mitochondrial respiration shifts from the tricarboxylic acid cycle to the GABA shunt under salt stress // *New Phytol.* - 2020. V. 225. - P. 1166-1180. doi: 10.1111/nph.15713.
10. Frommer, M., McDonald, L.E., Millar, D.S., et al. A genomic sequencing protocol that yields a positive display of 5-methylcytosine residues in individual DNA strands // *Proceedings of the National Academy of Sciences.* 1992. - V. 89. - P. 1827–1831. doi: 10.1073/pnas.89.5.1827.
11. Sun, M., Yang, Z., Liu, L., et al. DNA Methylation in Plant Responses and Adaption to Abiotic Stresses // *International Journal of Molecular Sciences.* - 2022. - V. 23: 6910. doi: 10.3390/ijms23136910.
12. Pandey, G., Sharma, N., Sahu, P.P., et al. Chromatin-Based Epigenetic Regulation of Plant Abiotic Stress Response // *Curr Genomics.* - 2016. - V. 17. - P. 490–498. doi: 10.2174/1389202917666160520103914.

К ВОПРОСУ ЕСТЕСТВЕННОГО ЗАРАСТАНИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ЦЧР

Деденко Т.П. , к. с.-х. н., доцент каф. ландшафтной архитектуры
и почвоведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Голядкина И.В., к. с.-х. н., доцент каф. ландшафтной архитектуры
и почвоведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Алиева Е.С., аспирант, каф. ландшафтной архитектуры и почвоведения
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Ключевым фактором антропогенной трансформации экосистемы является горнодобывающая отрасль. Интенсивная работа недропользователей по добыче полезных ископаемых открытым способом с извлечением больших объемов горной массы приводит к образованию техногенно-нарушенных комплексов с техногенными формами рельефа, представленными различными горными породами и их смесями. Проведено исследование особенностей естественного зарастания техногенно-нарушенных земель, сформированных в результате добычи общераспространенных полезных ископаемых. Данное исследования проводилось на мело-мергельных отвалах сформированных в результате добычи фосфоритов Щигровского месторождения Курской области. Исследовались отвалы различные по форме, возрасту и микрорельефу. Естественное зарастание мело-мергельных отвалов травянистой растительностью протекает крайне медленно и встречается только по отрицательным формам рельефа, внутри понижений, среди отвалов, на дне отработанного карьера или по микрозападинам северной экспозиции. На отвалах 15...20 летнего возраста встречаются главным образом растения, семена которых легко переносятся ветром или птицами. Исследование процессов и условий самозарастания растительностью важны для изучения основных закономерностей самовосстановления техногенно-нарушенных

территорий. Данные о механизмах протекания восстановительных сукцессий имеют фундаментальное значение для планирования и минимизации объемов дальнейших рекультивационных мероприятий. В комплексное изучение естественного зарастания должна входить инвентаризация нарушенных земель региона по формам техногенного рельефа и учет видового состава травянистых, древесных и кустарниковых растений.

Ключевые слова: техногенно-нарушенные комплексы, отвал, карьер, естественное зарастание, рекультивация.

TO THE PROBLEM OF NATURAL REVEGETATION OF MINING AREAS IN THE CENTRAL BLACK SOIL REGION

Dedenko T.P., PhD in Agriculture, Associate Professor at the Department of Landscape architecture and soil science Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Golyadkina I.V., PhD in Agriculture, Associate Professor at the Department of Landscape architecture and soil science Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Alieva E.S., Postgraduate student at the Department of Landscape architecture and soil science Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. The mining industry is a key factor in the anthropogenic transformation of ecosystems. The intensive extraction of minerals by open-pit mining, which involves the removal of large volumes of rock mass, leads to the formation of technologically disturbed complexes with technogenic landforms composed of various rocks and their mixtures. This study focuses on the natural revegetation of technologically disturbed lands formed as a result of the extraction of minerals. This study was conducted on chalk and marl overburdened dumps formed as a result of the extraction of phosphorites from the Shchigrovsky deposit in the Kursk region. The dumps were studied for their different shapes, ages, and microrelief. The natural revegetation of chalk and marl dumps with herbaceous is extremely slow and occurs only in negative relief forms, inside depressions, among dumps, at the bottom of a spent quarry, or along the micro-depressions of the northern exposure. On the 15-20 aged dumps were estimated processes and

conditions of natural revegetation. It is important to know the basic patterns of natural revegetation of technogenically disturbed territories. Data on the mechanisms of recovery succession is of fundamental importance for planning and minimizing the volume of further reclamation activities. A comprehensive study of natural revegetation should include an inventory of the region's disturbed lands by forms of anthropogenic relief and an account of the species composition of herbaceous, shrubs and woods.

Keywords: technogenically disturbed complexes, overburdened dump, quarry, natural revegetation, reclamation

Введение. Антропогенная трансформация природной среды включает процессы изменения природных компонентов под воздействием производственной деятельности людей и имеет комплексный характер. Ключевым фактором антропогенной трансформации экосистемы является горнодобывающая отрасль.

Минерально-сырьевая база (МСБ) Центрально-Черноземного региона и ее потенциал складывается из месторождений полезных ископаемых имеющих федеральное и региональное значение. По данным ГБЗ и Справочников сводных материалов о запасах ОПИ РФ на территории Воронежской области учтено 251 месторождения твердых полезных ископаемых, представленных 19 видами сырья. Крупнейшие месторождения мела - Копанищенское, Крупенниковское; глины огнеупорные - Латненское; строительные камни - Шкурлатовское и формовочные материалы - Подгоренское. Существенное значение в МСБ РФ имеют месторождения мела и формовочных материалов, так как добыча мела (12,1 %), формовочных материалов (23,24 %) от добычи по РФ. Подготавливаются к освоению или разведываются 9 месторождений, имеющих федеральное значение [5].

По данным ГБЗ и Справочников сводных материалов о запасах ОПИ РФ на территории Курской области учтено 218 месторождения твердых полезных ископаемых, представленных 14 видами сырья. На территории Курской области сосредоточено более 40 % разведанных запасов железных руд страны. В настоящее время наиболее известными месторождениями являются Михайловское, Курбакинское и Дичнянско-Реутское. В Курской области насчитывается 31 месторождение и проявление фосфоритовых руд. Так же

минерально-сырьевой потенциал Курской области включает общераспространенные полезные ископаемые: глины, мел для цемента, пески строительные, пески для силикатного кирпича, мергель и др. Железная руда Курской магнитной аномалии разрабатывается открытым способом в месторождениях Лебединское, Стойленское и Михайловское [6]. По данным Языкова О.А. (2011) в Липецкой области расположено более 2346 га техногенных земель, из которых 2120 га нарушены при разработке месторождений полезных ископаемых.

Таким образом, интенсивная работа недропользователей по добыче полезных ископаемых открытым способом с извлечением больших объемов горной массы приводит к образованию техногенно-нарушенных комплексов с техногенными формами рельефа (отвалы, карьеры и техногенные пустоши), представленными различными горными породами и их смесями. Карьеры и отвалы представляют собой наиболее трансформированные под воздействием горнодобывающей деятельности ландшафтные комплексы, которые негативно воздействуют на все компоненты окружающей среды и представляют повышенный уровень экологической опасности. В связи с этим, приоритетным направлением политики РФ является рациональное природопользование и охрана окружающей среды.

Одним из основных средств снижения негативного воздействия карьерно-отвальных ландшафтов на окружающую среду является увеличение количества зеленых насаждений на нарушенных землях. К этим выводам привели исследования, проводимые с середины XX в. в условиях Эстонии, Украины, КМА, Кузбасса, Урала и др. [2, 3].

Исследования, направленные на изучение микроклиматических условий ландшафтов с техногенным субстратом позволили оценить пригодность горных пород для того или иного направления рекультивации. Авторы отмечают, что для успешной оптимизации ландшафтов для лесной рекультивации необходимо изучать не только микроклиматические условия ландшафтов с техногенным субстратом, но и сами растения. При этом авторы справедливо замечают, что в настоящее время существует ограниченное число работ по изучению начального почвообразовательного процесса в техногенных субстратах, связей и зависимости развития отдельных растений и растительных группировок от физических и химических свойств субстрата, особенностей его водного режима

и микрорельефа. Изучением процесса развития растительного покрова и почв в ходе первичной сукцессии в техногенных ландшафтах занимались ученые Моторина, Ижевская, 1967; Баранник, 1974, 1977; Махонина, 1990, 2003; Щербатенко, Кандрашин, 1977; Етеревская, Угарова, 1979; Клевенская и др., 1985; Трофимов и др., 1986; Фаткулин, 1987; Курачев и др., 1994, 2002 и другие.

Исследования по изучению различных способов оптимизации техногенно-нарушенных ландшафтов и восстановительной способности карьерно-отвалных комплексов, на протяжении многих лет проводится сотрудниками ФГБОУ ВО ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова. Понимание закономерностей процесса самовосстановления открытых разработок позволит познать механизм формирования биогеоценозов в специфических условиях техногенной среды.

Таким образом, для разработки рациональных методов оптимизации техногенных территорий большое значение имеет естественное восстановление растительного покрова.

Цель исследования – изучение и анализ особенностей естественного зарастания техногенно-нарушенных земель, сформированных в результате добычи общераспространенных полезных ископаемых в условиях ЦЧР.

Материал и методы исследования. Изучение естественного зарастания различных техногенных форм рельефа должно проводиться с учетом анализа предшествующего опыта по изучению эдафических, физических и агрохимических показателей субстратов. Данное исследование проводилось на мело-мергельных отвалах сформированных в результате добычи фосфоритов Щигровского месторождения Курской области. Исследовались отвалы различные по форме, возрасту и микрорельефу [1]. Учет естественного зарастания осуществлялся методом учетных площадок площадью 1 м^2 в пятикратной повторности. Площадки закладывались равномерно в пределах куртин. Встречаемость (%) определялась, как отношение количества учётных площадок с растениями к общему количеству площадок. Так же было учтено числовое обилие – шт/ м^2 , проектное покрытие – 1 м^2 в % и наземная масса (сырая) – г/ м^2 . Обработка основных материалов проводилась с использованием программ STAT1STICA 7.0.

Результаты исследования и их обсуждение. Создание лесных культур, например, на отвалах меловых или мело-мергельных горных пород является надёжным фактором сдерживания эрозионных процессов. Естественное зарастание травянистой и древесной растительностью техногенно-нарушенных

земель – является важным показателем в характеристике их лесорастительного потенциала. Однако вследствие целого ряда неблагоприятных агрохимических и водно- физических свойств, которые характерны для горных пород формирование растительного покрова из травянистой, древесной и кустарниковой растительности идет медленными темпами. В связи с этим, важным критерием при восстановлении нарушенных земель, в том числе и биогеоценотических связей между почвенными условиями и растениями, является изучение появления, распространения и развития на них растительности. Мело-мергельный грунт, складываемый в виде отвалов не остается «мертвым» субстратом. По истечении определенного времени наблюдается первое появление растительности.

В результате исследований установлено, что на склонах южной экспозиции травянистая и кустарниковая растительность отсутствует. Это связано с тем, что склоны южной экспозиции в большей степени подвержены влиянию водной и ветровой эрозии, инсоляции и повышенному иссушению. В связи с этим, отсутствуют условия накопления продуктов выветривания. На склонах северной экспозиции в первые 10 лет наблюдается слабое зарастание (табл.1).

Таблица 1- Естественное зарастание травянистой растительностью откосов мело-мергельных отвалов различного возраста

Возраст отвала	Растительность (семейство)	Встречаемость в %	Числовое обилие, шт/м ²	Проектное покрытие, 1 м ² в %	Наземная масса (сырая), г/м ²
2 года	Крестоцветные	71,4	2	1,1	14,5
	Сложноцветные	17,8	0,5	0,3	3,9
	Другие	10,8	0,3	0,1	1,4
	Всего:	100	2,8	1,5	19,8
10 лет	Сложноцветные	53,2	14,2	13,3	53,3
	Крестоцветные	21,7	5,8	5,4	21,6
	Злаковые	12,7	3,4	3,2	12,8
	Другие	12,4	3,3	3,1	12,5
	Всего:	100	26,7	25,0	100,2
15-20 лет	Злаковые	58,4	267,0	43,8	104,1
	Бобовые	27,5	125,6	20,6	48,9
	Другие	14,1	64,4	10,6	25,2
	Всего:	100,0	457,0	75,0	178,4
15 – 20 лет (микрорельеф)	Злаковые	51,5	682,5	49,4	141,4
	Бобовые	34,5	457,2	33,2	95,1
	Другие	14,0	185,3	13,4	38,4
	Всего:	100,0	1325,0	96,0	274,9

На отвалах в возрасте 2-х лет в среднем насчитывается 2,8 шт/м² растения, вес надземной массы составляет 19,8 г/м².

На отвалах в возрасте 10 лет числовое обилие растений увеличивается почти в 10 раз и составляет в среднем 26,7 шт/м², а вес надземной массы 100,2 г/м² при проективном покрытии до 25 %. На поверхности откоса отвала в возрасте 20 лет северной экспозиции было учтено до 500 растений на 1 м² при проективном покрытии 75 % и весе сырой надземной массы 178 г/м².

В западинах и ложбинах процессы зарастания идут более интенсивно, чем на откосах. Этому способствует накопление в данных формах рельефа мелкозема, а так же продуктов химического и биологического выветривания. В таких микроложбинах на отвалах 15-20 летнего возраста учтено на 1 м² более тысячи штук растений. Поверхность практически полностью покрывается травянистой растительностью. Вес надземной массы составляет до 300 г на 1 м².

С возрастом отвала меняется и видовой состав растительности. Свежеотсыпанные отвалы зарастают в основном видами семенного возобновления *Tussilago farfara*, *Chenopodium album*, *Carduus nutans*. На откосах 15-20 летних отвалов появляются представители злаковых и бобовых семейств. В микропонижениях и седловинах образуется ярко выраженная дернина из разнотравья и злаково-бобовой травосмеси. Преобладающими видами растений являются *Medicago falcata* и *Medicago lupulina*, *Trifolium hybridum*, *Melilotus albus* и различные виды злаков. Преобладающими видами древесной и кустарниковой растительности на мело-мергельных отвалах 15...20 летнего возраста являются: *Populus tremula*, *Betula pendula*, *Elaeagnus angustifolia* и различные виды *Salix*, изредка встречаются *Acer tataricum* и другие виды. Отдельные деревья *Populus tremula*, *Elaeagnus angustifolia*, *Betula pendula* достигают высоты 5...10 м, ежегодный прирост составляет от 30 до 60 см. В среднем на площадь 100 м² приходится до 10...15 древесных растений.

Естественное зарастание травянистой и древесной растительностью нарушенных земель – является важным показателем в характеристике их рекультивационного потенциала. Однако вследствие целого ряда неблагоприятных агрохимических и водно-физических особенностей характерных для горных пород формирование растительного покрова из травянистой, древесной и кустарниковой растительности идет медленными темпами. В связи с этим, важным критерием при восстановлении нарушенных земель, в том числе и биогеоценологических связей между почвенными

условиями и растениями, является изучение появления, распространения и развития на них растительности.

На основе изучения естественного зарастания нарушенных земель возможно будет выработать долгосрочные стратегии повышения продуктивности нарушенных земель и их адаптационного потенциала в условиях глобального и регионального изменения климата.

Выводы.

1. Естественное зарастание мело-мергельных отвалов травянистой растительностью протекает крайне медленно и встречается только по отрицательным формам рельефа, внутри понижений, среди отвалов, на дне отработанного карьера или по микрозападинам северной экспозиции.

2. На отвалах 15...20 летнего возраста встречаются главным образом растения, семена которых легко переносятся ветром или птицами.

3. Исследование процессов и условий самозарастания растительностью важны для изучения основных закономерностей самовосстановления техногенно-нарушенных территорий. Данные о механизмах протекания восстановительных сукцессий имеют фундаментальное значение для планирования и минимизации объемов дальнейших рекультивационных мероприятий.

4. В комплексное изучение естественного зарастания должна входить инвентаризация нарушенных земель региона по формам техногенного рельефа и учет видового состава травянистых, древесных и кустарниковых растений.

Список литературы

1. Деденко, Т. П. Рост лесных культур в антропогенно-меловых ландшафтах ЦЧО : автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / Деденко Татьяна Петровна. - Воронеж, 2006. – 19 с.

2. Панков, Я. В. Лесная рекультивация техногенных земель КМА / Я. В. Панков, П. Ф. Андриященко. – Воронеж : ВГЛТА, 2003. – 118 с.

3. Чибрик, Т. С. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях: биологическая рекультивация / Т. С. Чибрик, Ю. А. Елькин.— Свердловск : Изд-во Урал. ун-та, 1991. — 220 с.

4. Языков, О. А. Самооблесение отработанных карьеров в Центральной лесостепи: на примере Липецкой области : автореф. дис. ...канд. с.-х. наук / Языков Олег Алексеевич. - Волгоград, 2011. – 22 с.

5. Минерально сырьевая база Воронежской области. – URL: <https://ctfi.ru/mineralno-syrevaaya-baza/voronezhskaya-oblast/> (дата обращения 02.02.2026).

6. Минерально-сырьевая база Курской области. – URL: <https://ctfi.ru/mineralno-syrevaaya-baza/kurskaya-oblast/> (дата обращения 02.02.2026).

References

1. Dedenko, T. P. Growth of forest crops in anthropogenic-Cretaceous landscapes of the Central Asian region : abstract of the dissertation. ...Candidate of Agricultural Sciences / Dedenko Tatiana Petrovna. - Voronezh, 2006. – 19 p.

2. Pankov, Ya. V. Forest reclamation of man-made lands of the KMA / Ya. V. Pankov, P. F. Andryushchenko. – Voronezh: VGLTA, 2003. – 118 p.

3. Chibrik, T. S. Formation of phytocenoses on industrial-disturbed lands: biological reclamation / T. S. Chibrik, Yu. A. Yelkin.— Sverdlovsk : Ural University Press, 1991. — 220 p.

4. Yazykov, O. A. Self-afforestation of Depleted Quarries in the Central Forest-Steppe: on the Example of Lipetsk Region : abstract. dis. ...cand. s.-kh. sciences / Yazykov Oleg Alekseevich. - Volgograd, 2011. – 22 p.

5. Mineral resource base of the Voronezh region. – URL: <https://ctfi.ru/mineralno-syrevaaya-baza/voronezhskaya-oblast/> (date of request 02.02.2026).

6. Mineral resource base of the Kursk region. – URL: <https://ctfi.ru/mineralno-syrevaaya-baza/kurskaya-oblast/> (date of request 02.02.2026).

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ ХВОЙНЫХ ПОРОД ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ИЗ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ

Живитченко Д.И. , аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Брындина Л.В., д.с.х.н., доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности и правовых отношений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Корчагина А.Ю., к.т.н., старший преподаватель кафедры химии биотехнологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Актуальность исследования обусловлена необходимостью решения двух взаимосвязанных задач: утилизации промышленных отходов и повышения плодородия почв лесных питомников. Целью работы стало изучение влияния органоминерального удобрения на основе осадков сточных вод (ОСВ) и лузги подсолнечника на морфобиометрические параметры сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). В модельном эксперименте оценивалось влияние соотношения компонентов (1:1-4:1) и дозы внесения (10-50 %) в торфяной субстрат на развитие надземной и подземной частей растений. Установлено, что чистый ОСВ угнетает рост корневой системы (снижение массы на 42,3 %), тогда как избыток лузги ограничивает поступление азота и фосфора. Оптимальный синергетический эффект достигнут при соотношении ОСВ: лузга 1:1, где лигноцеллюлозная матрица лузги иммобилизует потенциально токсичные элементы ОСВ, одновременно улучшая водно-воздушный режим субстрата. При дозе внесения 20 % зафиксированы максимальные показатели: прирост длины корня составил

+40 %, биомассы корневой системы – +15 %, коэффициент корневой системы достиг оптимального значения 1,62. Повышение дозы до 40–50 % вызывало осмотический стресс и снижение ростовых параметров на 10–12 %. Полученные результаты подтверждают перспективность использования композиции ОСВ и лузги подсолнечника (1:1) в дозе 20 % для интенсификации выращивания посадочного материала хвойных пород, обеспечивая одновременно утилизацию отходов, детоксикацию субстрата и формирование физиологически устойчивых сеянцев с высоким потенциалом приживаемости при лесовосстановлении.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, органоминеральное удобрение, осадки сточных вод, лузга подсолнечника, морфометрические показатели, корневая система, лесные питомники.

PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF CHANGES IN THE ROOT SYSTEMS OF MILITARY SPECIES UNDER THE INFLUENCE OF ORGANOMINERAL COMPLEXES FROM SECONDARY RESOURCES

Zhivitchenko D.I., Postgraduate Student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Bryndina L.V., Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Life Safety and Legal Relations, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Korchagina A.Yu., PhD, Senior Lecturer at the Department of Chemistry and Biotechnology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. The relevance of the study is due to the need to solve two interrelated tasks: industrial waste disposal and increasing soil fertility in forest nurseries. The aim of the work was to study the effect of an organomineral fertilizer based on sewage sludge and sunflower husk on the morphobiometric parameters of seedlings of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). The effect of the component ratio (1:1-4) was evaluated in the model experiment.:1) and the application dose (10-50 %) to the peat substrate for the development of the aboveground and underground parts of plants. It has been established that pure OSV inhibits the growth of the root system (reducing the mass by 42.3 %), while an excess of husks limits the supply of nitrogen and phosphorus. The optimal synergistic effect was achieved at a ratio of OSV:husks

of 1:1, where the lignocellulose matrix of the husks immobilizes the potentially toxic elements of OSV, while simultaneously improving the water and air regime of the substrate. At a dose of 20 %, the maximum values were recorded: the root length increased by +40 %, the root system biomass increased by +15 %, and the root system coefficient reached an optimal value of 1.62. Increasing the dose to 40-50 % caused osmotic stress and a 10-12 % decrease in growth parameters. The obtained results confirm the prospects of using a composition of OSV and sunflower husks (1:1) at a dose of 20 % for intensifying the cultivation of coniferous planting material, while simultaneously ensuring the disposal of waste, detoxification of the substrate, and the formation of physiologically stable seedlings with a high potential for survival in reforestation.

Keywords: Scots pine, organic-mineral fertilizer, sewage sludge, sunflower husks, morphometric indicators, root system, and forest nurseries.

Введение. Почвенное плодородие лесных питомников оказывает существенное влияние на рост и развитие сеянцев хвойных пород. Разработка системы мер по интенсификации выращивания посадочного материала хвойных пород с применением органических удобрений является важным звеном в повышении плодородия почв лесных питомников [3]. Ряд учёных на протяжении последних десятилетий отмечает целесообразность применения органических удобрений на основе коры, торфа, опилок, полимерных структурообразователей почвы, лесного опада и др. [1]. Большой интерес представляет использование для этих целей осадков сточных вод (ОСВ) и лузги подсолнечника [2, 4, 5]. Объёмы этих отходов постоянно растут и создание на их основе органоминеральных комплексов позволило бы решить проблемы по утилизации промышленных отходов и повышении почвенного плодородия. В связи с этим целью исследования было изучить влияние органоминеральных удобрений из вторичных ресурсов на корневую систему сеянцев сосны обыкновенной.

Материалы и методы исследования. Выращивание растений проводили в контейнерах, заполненных торфом. В качестве исследуемых компонентов в торф вносили ОСВ и измельчённую лузгу подсолнечника в различных соотношениях. Физико-химический состав компонентов удобрения представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-химический состав компонентов удобрения

Показатель	Лузга подсолнечника	ОСВ	ОСВ+лузга (1:1)	ГОСТ 59748- 2021
Влажность, %	12	85	45-50	70
Органическое вещество, %	84	50,5	90,6	30
Азот общий, %	0,9	0,13	1,09	0,6
Фосфор общий, %	3,6	0,14	0,65	0,7
Калий, %	4,5	-	0,5	0,1

Перед внесением смесь ОСВ и лузги (фракция 0,1–0,3 см) высушивали в термостате BINDER RI 53 Solid.Line при температуре 65 ± 5 °C до влажности 45–50 %, затем вносили в торф. Полученный субстрат засевали семенами сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и оценивали морфологические параметры растений. Контрольную группу составляли растения, выращенные в торфе.

Результаты исследования и их обсуждение. Рациональное использование органических отходов в лесном хозяйстве требует не только их утилизации, но и создания композиций, способных нивелировать потенциальные риски отдельных компонентов. Осадок сточных вод (ОСВ) как источник легкоусвояемых форм азота, фосфора и микроэлементов обладает высоким удобрительным потенциалом, однако его применение ограничено содержанием тяжёлых металлов. Лузга подсолнечника, напротив, характеризуется высокой сорбционной ёмкостью и способна снизить биодоступность тяжёлых металлов ОСВ для растений. Комбинация этих компонентов в определённых соотношениях может создать буферную систему: лузга будет сорбировать токсичные элементы из ОСВ, одновременно улучшая водно-воздушный режим субстрата за счёт формирования агрегатной структуры, а ОСВ обеспечит питательную основу для роста растений.

Результаты эксперимента с варьированием соотношений компонентов в питательной смеси представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние соотношения ОСВ: лузга на морфометрические показатели сосны обыкновенной (через 14 дней после посадки)

Показатели	Торф (контроль)	ОСВ	лузга	ОСВ:лузга						
				1:1	1:2	1:3	1:4	2:1	3:1	4:1
Масса стебля, г	0,31±0,01	0,28±0,01	0,36±0,01	0,45±0,01	0,40±0,01	0,40±0,01	0,37±0,01	0,34±0,01	0,29±0,01	0,25±0,01
Масса корня, г	0,26±0,01	0,15±0,01	0,26±0,01	0,54±0,01	0,40±0,01	0,35±0,01	0,35±0,01	0,36±0,01	0,24±0,01	0,20±0,01
Длина стебля, см	5,0±0,2	4,5±0,1	6,9±0,2	8,0±0,2	7,3±0,2	7,4±0,2	7,6±0,2	7,8±0,2	4,8±0,2	4,5±0,2

Длина корня, см	7,0± 0,2	5,4± 0,2	6,0± 0,2	13,0±0, 4	11,4±0, 3	10,0±0, 3	9,8± 0,3	11,6±0, 3	6,8± 0,3	6,0± 0,3
Коэффицие нт корневой системы	1,40	1,20	0,86	1,62	1,56	1,35	1,28	1,48	1,40	1,34

Эксперимент показал, что морфометрические показатели сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) существенно зависят от состава субстрата: соотношения ОСВ и лузги подсолнечника. При использовании чистого ОСВ наблюдалось значительное угнетение роста по сравнению с контрольным вариантом на торфе: масса стебля снизилась на 9,7 %, его длина – на 10 %, а наиболее выраженное негативное влияние проявилось на корневой системе— масса корня уменьшилась на 42,3 %, длина корня – на 22,8 %. Это указывает на резкое нарушение морфологического баланса с угнетением подземных органов. Выращивание на чистой лузге подсолнечника обеспечивало относительно активный рост надземной части (длина стебля превысила контрольное значение на 27,5 %), но сопровождалось ограничением развития корней. Что свидетельствует о дефиците доступных элементов минерального питания. Наиболее благоприятные условия сформировались при совместном использовании ОСВ и лузги в соотношении 1:1. В этом варианте зафиксированы максимальные значения большинства морфометрических показателей – масса стебля увеличилась на 31,1 %, масса корня – на 51,8 %, длина стебля возросла на 37,5 %, а длина корня – почти в 2 раза. Коэффициент корневой системы составил 1,62, что близко к оптимальному значению для сосны с закрытой корневой системой (1,5-2). При повышении доли лузги до соотношений 1:2–1:4 отмечалась тенденция к увеличению длины стебля при одновременном снижении массы и длины корневой системы. При преобладании ОСВ в смеси (соотношения 2:1–4:1) наблюдалось постепенное угнетение роста как надземных, так и подземных органов.

Таким образом, соотношение ОСВ и лузги подсолнечника 1:1 обеспечивает наиболее сбалансированный морфогенез сеянцев сосны обыкновенной, сочетая достаточное поступление питательных элементов с улучшением физических свойств субстрата и снижением токсического воздействия ОСВ.

Эффективность органоминеральных удобрений в питательных субстратах определяется не только их химическим составом, но и концентрацией внесения, поскольку доза непосредственно влияет на осмотический потенциал среды,

биодоступность макро- и микроэлементов, а также на физико-химические свойства субстрата. Для оценки дозозависимого воздействия удобрения из ОСВ и лузги подсолнечника был проведён модельный эксперимент по выращиванию семян *Pinus sylvestris* L.

Анализ морфобиометрических параметров выявил зависимость ростовых показателей от концентрации удобрения в субстрате (рисунок 1). Максимальные значения длины побега и корня, а также диаметра стебля зафиксированы при внесении удобрения в диапазоне 20-30 % относительно объёма субстрата. При этом прирост корневой биомассы составил +15 %, а увеличение длины корня – +40 % по сравнению с контролем.

При концентрациях 40-50 % наблюдалось достоверное снижение всех параметров: длина побега уменьшилась на 10–12 % относительно оптимума. Такая динамика свидетельствует о проявлении осмотического стресса и нарушении ионного гомеостаза при избыточном содержании растворимых солей в субстрате, что согласуется с данными о токсическом действии высоких доз органических удобрений [2].

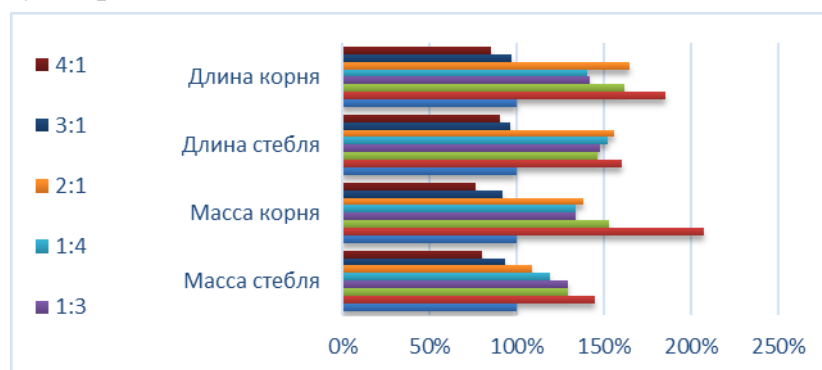


Рисунок 1– Влияние дозы удобрения из ОСВ и лузги (1:1) на морфометрические показатели сосны обыкновенной

Оптимум дозы 20 % обеспечил не только количественное увеличение биомассы, но и качественную трансформацию корневой системы: сформировалась более разветвлённая структура с увеличенным числом 2-3-го порядка корней (рисунок 2).

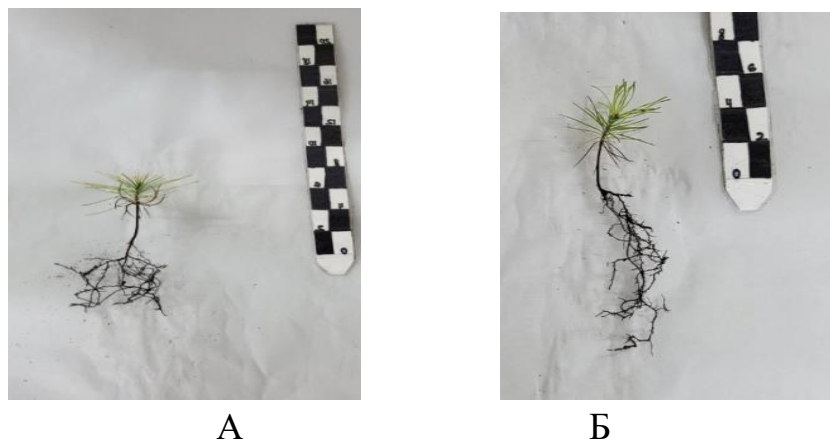


Рисунок 2 – Морфометрические показатели сосны обыкновенной:

А – контроль (почва); Б – почва с внесением 20 % удобрения

Таким образом, установлено, что эффективность удобрения на основе ОСВ и лузги подсолнечника имеет выраженный дозозависимый характер с чётким оптимумом в диапазоне 20-30 %. Концентрация 20 % при соотношении компонентов 1:1 обеспечивает максимальную стимуляцию как надземной, так и подземной фитомассы *Pinus sylvestris* L., формируя предпосылки для повышения приживаемости сеянцев при лесовосстановлении на деградированных почвах.

Заключение

Полученные результаты подтверждают перспективность использования данной композиции при разработке органоминеральных удобрений для выращивания лесных культур на примере сосны обыкновенной.

Установлено качественное преобразование корневой системы сеянцев сосны обыкновенной, которое проявляется в формировании более мощной и разветвленной структуры. При этом отмечается сбалансированное развитие как стержневого корня, так и боковых ответвлений. Органоминеральное удобрение оказывает целенаправленное положительное влияние на физиологию корневой системы, оптимизируя все ключевые процессы её развития и функционирования.

Список литературы

1. Брындина, Л. В. Биодобрения на основе осадков сточных вод как катализаторы трансформационных процессов почвы / Л. В. Брындина, А. Д. Платонов, О. В. Бакланова // Экология и промышленность России. – 2019. – Т. 23, № 1. – С. 42-45. – DOI 10.18412/1816-0395-2019-1-42-45.

2. Васильева, А.В. Современные способы переработки осадков сточных вод и перспективы их использования в России/А.В. Васильева, М.Д. Харламова//Журнал Sciences of Europe. – 2016. –№9-1(9). – С.27-34.
3. Малышев В.В. Повышение продуктивности лесных культур сосны обыкновенной в Воронежской области//Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2003.—№7. – С. 41-43.
4. Манжина, С.А. Российские и зарубежные практики обращения с осадком сточных вод / С.А. Манжина//Экология и водное хозяйство. – 2023.—Т.5.-№1.—С.15-31.—DOI10.31774/2658-7890-2023-5-1-15-31.
5. Хусид, С. Подсолнечная лузга как источник получения функциональных кормовых добавок/С. Хусид, А. Гнеуш, Е. Нестеренко//Ветеринария сельскохозяйственных животных. – 2015.—№9.—С.57-64.

References

1. Bryndina, L. V. Biofertilizers based on sewage sludge as catalysts for soil transformation processes / L. V. Bryndina, A.D. Platonov, O. V. Baklanova // Ecology and industry of Russia. – 2019. – Vol. 23, No. 1. – pp. 42-45. – DOI 10.18412/1816-0395-2019-1-42-45.
2. Vasilyeva, A.V. Modern methods of wastewater sludge processing and prospects for their use in Russia/A.V. Vasilyeva, M.D. Kharlamova//Sciences of Europe Journal. – 2016. –№9-1(9). – Pp.27-34.
3. Malyshev V.V. Increasing the productivity of forest pine crops in the Voronezh region//Actual problems of the forest complex. - 2003.—No. 7. – pp. 41-43.
4. Manzhina, S.A. Russian and foreign practices of wastewater sludge management/S.A. Manzhina//Ecology and Water management. – 2023.—Vol.5.-No.1.—pp.15-31.—DOI10.31774/2658-7890-2023-5-1-15-31.
5. Khusid, S. Sunflower husk as a source of functional feed additives. Khusid, A. Gneush, E. Nesterenko//Veterinary medicine of farm animals. – 2015.—No. 9.—pp.57-64.

**ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ЖУКОВ СЕМЕЙСТВА
CHRYSOMELIDAE (COLEOPTERA) С ИНТРОДУЦИРОВАННЫМИ
РАСТЕНИЯМИ ВОРОНЕЖА**

Каданцев М.М. Преподаватель-исследователь. Преподаватель СПО.
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Получены данные о трофических связях аборигенных представителей жуков семейства Chrysomelidae с интродуцированными представителями флоры.

Ключевые слова: Chrysomelidae, листоеды, охраняемые территории, видовой состав, трофические связи.

**TROCHIC CONNECTIONS OF BIRDS OF THE CHRYSOMELIDAE
FAMILY (BEETLES) WITH ENGINEERING DEVELOPMENTS
OF VORONEZH**

Kadantsev M.M., Research Lecturer. Lecturer of Secondary Vocational
Education. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Russia, Voronezh

Abstract. Data on trophic relationships of native representatives of beetles of the family Chrysomelidae with introduced representatives of the flora were obtained.

Keywords: Chrysomelids, leaf beetles, protected areas, species composition, trophic relationships.

Введение. Возрастающее антропогенное влияние на среду, интродукция декоративных и культурно-важных видов флоры, привели к инвазии иноземных

видов растений и изменению естественных биоценозов. Работы по исследованию трофики жуков листоедов, аборигенных обитателей Приворонежья, имеют как возрастающее теоретическое значение, помогают выявить закономерности образования связей фитофагов с потенциальными кормовыми растениями, так и практическое – помогают распознать потенциально опасных вредителей при внедрении новых растений в культуру [7].

Идеальным местом для проведения исследований подобного рода служат парки, дендрарии и скверы, где произрастают представители аборигенной и интродуцированной флоры.

Материалы и методы исследования. Сборы проводились в течении трёх лет (2020-2022 г.) на территории пяти памятников природы: Агробиостанции Воронежского Государственного педагогического университета (ВГПУ), сквера близ Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова (ВГЛТУ), ботанического сада Воронежского государственного университета (ВГУ) им. проф. Б.М. Козо-Полянского, дендропарка Центрально научно исследовательской лаборатории генетики и селекции (ЦНИЛГИС) и ботанического сада им. Келлера Воронежского государственного аграрного университета (ВГАУ). Естественными типами растительности на данных территориях являются смешанные широколиственные леса с богатым подлеском [8]. Отлов фитофагов проводился методом кошения и сбора с листьев растений.

Результаты исследования и их обсуждение Список аборигенных и интродуцированных растений, а также фитофагов, использующих их в пищу, можно оценить по приведённой ниже таблице № 1.

Таблица 1 – Растения охраняемых территорий Воронежа и фитофаги использующие их в пищу

Вид листоеда	Место сбора	Растение – интроду цент	Кол-во собранных особей 2020	Кол-во собранных особей 2021	Кол-во собранных особей 2022	Кол-во собранных особей 2023	Кол-во собранных особей 2024
<i>Chrysomela populi</i> (Linnaeus, 1758)	Агробиостанция ВГПУ	<i>Salix babylonica</i> (Ива вавилонская)	32	48	10	32	48
	Ботанический сад ВГУ		1	0	0	1	0

	Дендропарк ЦНИЛГИС		46	41	0	46	41
<i>Chrysolina graminis</i> (Linnaeus, 1758)	Дендропарк ЦНИЛГИС	<i>Impatiens glandulifera</i> (Недотрога железистая)	37	22	0	37	22
	Ботанический сад ВГУ	<i>Tanacetum vulgare</i> (Пижма обыкновенная)	6	5	0	6	5
	Дендропарк ВГЛУ	<i>Veronica longifolia</i> (Вероника длиннолистная)	3	3	0	3	3
<i>Galeruca pomonae</i> (Scopoli, 1763)	Ботанический сад ВГУ	<i>Dipsacus fullonum</i> (Ворсянка лесная)	7	10	0	7	10
	Дендропарк ВГЛУ		8	10	0	8	10
	Агробиостанция ВГПУ		25	31	0	25	31
<i>Aphthona lutescens</i> (Gyllenhal, 1813)	Ботанический сад ВГУ	<i>Lythrum salicaria</i> (Дербенник иволистный)	15	24	0	15	24
	Ботанический сад им. Б.А. Келлера		23	33	0	23	33
<i>Chrysomela vigintipunctata</i> (Scopoli, 1763)	Дендропарк ВГЛУ	<i>Populus suaveolens</i> (Тополь душистый)	12	38	0	12	38
	Дендропарк ЦНИЛГИС	<i>Salix f. Pendula</i> (Ива плакучая)	15	37	9	15	37
		<i>Salix alba</i> (Ива белая)	6	11	19	6	11
<i>Gastrophysa viridula</i> (De Geer, 1775)	Ботанический сад ВГУ	<i>Rumex obtusifolius</i>	18	6	0	18	6
	Агробиостанция	<i>Polýgonum aviculáre</i>	0	11	0	0	11

	ВГПУ	(Горец птичий)					
<i>Phyllotreta cruciferae</i> (Goeze, 1777)	Дендропарк ЦНИЛГИ С	<i>Camelina Crantz</i>	34	27	25	34	27
	Ботанический сад им. Б.А. Келлера	<i>Capsella Medik</i> (Пастушья сумка)	116	51	40	116	51
	Агробиотанция ВГПУ	<i>Armoracia rusticana</i>	70	40	32	70	40
		<i>Brassica oleracea</i> (Капуста огородная)	41	16	0	41	16
<i>Cryptocephalus laetus</i> (Suffrian, 1848)	Дендропарк ЦНИЛГИ С	<i>Fallopia Anders.</i>	9	0	0	9	0
	Ботанический сад ВГУ	<i>Rumex</i> (Щавель)	1	0	0	1	0
	Агробиотанция ВГПУ		2	0	0	2	0
<i>Agelastica alni</i> (Chevrolat, 1837)	Дендропарк ВГЛУ	<i>Alnus incana</i> (Ольха серая)	10	5	0	10	5
		<i>Salix f. Pendula</i> (Ива плакучая)	1	0	0	1	0
		<i>Salix babylonica</i> (Ива вавилонская)	0	16	0	0	16
<i>Plagioderma versicolora</i> (Laicharting, 1781)	Ботанический сад ВГУ	<i>Salix babylonica</i> (Ива вавилонская)	8	5	0	8	5
<i>Altica aenescens</i> (Weise, 1888)	Ботанический сад ВГУ	<i>Vitis amurensis</i> (Виноград амурский)	0	18	0	0	18
	Агробиотанция ВГПУ		0	16	0	0	16
<i>Smaragdina salicina</i> (Scopoli, 1763)	Дендропарк ВГЛУ	<i>Prunus domestica</i> (Слива домашняя)	12	0	0	12	0

<i>Chrysolina fastuosa</i> (Scopoli, 1763)	Дендропарк ВГЛТУ	<i>Mentha aquatica</i> (Мята водная)	4	3	0	4	3
<i>Phyllodecha polaris</i> (Young, 1979)	Дендропарк ВГЛТУ	<i>Ulmus glabra</i> (Вяз шершавый)	25	19	0	25	19
<i>Gastrophysa polygoni</i> (Linnaeus, 1758)	Ботанический сад ВГУ	<i>Persicaria maculosa</i> (Горец почечуйный)	11	4	0	11	4

Выводы

Представитель аборигенной фауны членистоногих, использующих в трофических целях интродуцированные растения – Двдцдтиточечный листоед (*Chrysomela vigintipunctata*). В 2021 году личинки этого жука собирались на молодых побегах ивы вавилонской в конце мая, начале июня на территории дендропарка ВГЛТУ, а так же территории ЦНИЛГИС. Результаты сборов влажного и тёплого 2021 года отличаются от сборов относительно прохладного и засушливого 2020 [3, 5]. Наименьшие показатели численности двдцдтиточечный листоед продемонстрировал в 2022 году. Несмотря на то, что имаго фитофага, благодаря тёплой погоде, собирали до середины сентября, численность их на интродуцированных в Черноземье растениях, была значительно ниже, в отличие от показателей прошлого года. Мы полагаем, что данный фдкт вызван продолжительной засухой, начавшейся в конце июля и продолжавшейся до глубокой осени.

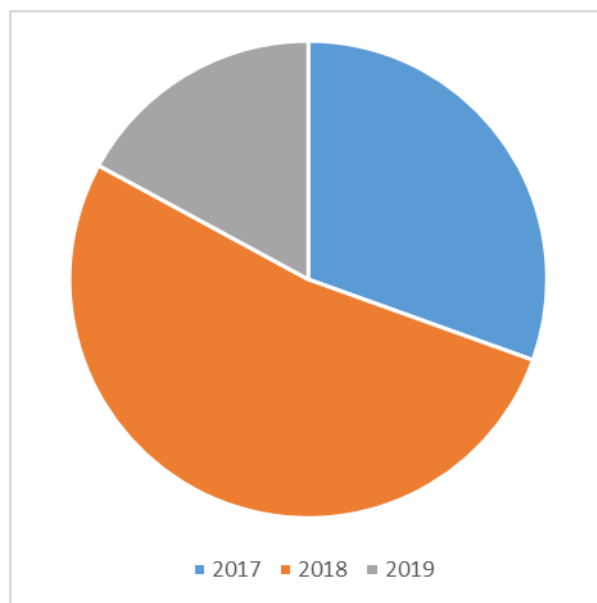


Рисунок 1 – Численность листоедов *Chrysomela vigintipunctata*, использующих в трофических цепях интродуцированные растения за 2020-2022 гг.

В то время как в 2020 году значительная часть фитофагов была поймана на аборигенном представителе флоры – иве белой, в 2021 году подавляющее большинство листоедов были собраны с интродуцированной в Черноземье ивы вавилонской.



Рисунок 2 – Личинки *Chrysomela vigintipunctata* на листе ивы вавилонской



Рисунок 3 – Половозрелый листоед двадцатиточечный на листе ивы белой

В ходе наблюдений за жизнедеятельностью имаго *Chrysomela vigintipunctata*, на листьях ивы вавилонской был замечен ещё один аборигенный для Черноземья фитофаг - *Agelastica alni*. Козьявка ольховая был неоднократно замечен за поеданием зелёных побегов ольхи серой, а также ивы плакучей во время сборов 2020 года. Факт нахождения листоеда на иве был лишь единичным и позволял сделать вывод лишь о топических связях вредителя с аборигенной для Черноземья ивой. Однако данные, полученные в результате сборов 2021, дают основания причислить *Agelastica alni* к вредителям интродуцированных растений. Листоед ольховый имеет не только топические, но и трофические связи с представителем флоры Китая – *Salix babylonica* [2].



Рисунок 4 – Спаривающиеся *Agelastica alni* на листе ивы вавилонской

И всё же, по итогам сборов 2020-2022 годов, самым вредоносным листоедом на охраняемых территориях стоит считать – блошку крестоцветную *Phyllotreta cruciferae*. За летний период 2020 года собрано 261 особь. За 2021 – 134 особи. За 2022 – 97 особей. Этот вид наносил вред растениям на территории ботанического сада им. Келлера, где за два года 2020-2021 было поймано 167 особей. 110 имаго было замечено за поеданием растения *Armoracia rusticana* на территории агробиостанции ВГПУ. Влажным и тёплым летом 2021 года блошка была поймана вовремя своей типичной подготовки к зимовке – в августе на растении *Brassica oleracea* была замечена за питанием зелёными побегами 16 особей [1]. В засушливый и тёплый летний период 2022 года блошка собиралась хуже, однако вызвано это отчасти тем, что на территории Агробиостанции ВГПУ не была высажена *Brassica oleracea* – излюбленная пища фитофага.

Таблица 2 – Листоед *Phyllotreta cruciferae* и растения аборигенной и интродуцированной флоры в 2020-2021 гг.

Вид листоеда	Место сбора	Растение используемое фитофагом в пищу	Кол-во особей собранных в 2020 г.	Кол-во особей собранных в 2021 г.	Кол-во особей собранных в 2022 г.
<i>Phyllotreta cruciferae</i> (Goeze, 1777)	Дендропарк ЦНИЛГИС	<i>Camelina Crantz</i>	34	27	25
	Ботанический сад им. Б.А. Келлера	<i>Capsella Medik</i> (Пастушья сумка)	116	51	40
	Агробиостанция ВГПУ	<i>Armoracia rusticana</i>	70	40	32
		<i>Brassica oleracea</i> (Капуста огородная)	41	16	0

На интродуцированном растении (Виноград амурский) был найден *Altica aenescens*. За летний период 2021 года на территории ботанического сада ВГУ было собрано 18 особей, на территории агробиостанции ВГПУ – 16 особей. *Altica aenescens* — вид листоедов из подсемейства козявок (Galerucinae). Распространён в Центральной и южной Европе до северной части Италии. Именно оттуда в Черноземье был завезён *Vitis amurensis* (виноград амурский).

Потому трофическая приуроченность фитофага к представителю флоры Италии легко объясняется: оба вида сосуществуют в своём исконном месте обитания: южной Европе с давних пор [6, 11].

Устойчивую трофическую приуроченность можно проследить между видом листоедов *Phyllodecha polaris* и интродуцированным растением *Ulmus glabra* (вяз шершавый). За два года на территории дендропарка ВГЛТУ было собрано 44 особи. Причём в 2020 год 25 листоедов, а в более благоприятный 2021 – всего 19. Наблюдения позволяют сделать вывод об образовании прочной связи между декоративным деревом и фитофагом [10].

Другой представитель семейства Chrysomelidae, листоед травяной (*Chrysolina graminis*) имел трофическую связь с недотрогой железистой (*Impatiens glandulifera*). За два года на листьях растения было собрано 59 особей. В дендропарке ЦНИЛГИС, на типичном представителе воронежской флоры, пижме обыкновенной (*Tanacetum vulgare*). За летние периоды 2020-2021 г. было собрано 11 особей. А также на листьях интродуцированного из Франции растения *Veronica longifolia* (вероника длиннолистная). За два года на территории дендропарка ВГЛТУ было собрано лишь 6 особей [4, 9].



Рисунок 5 – Листоед травяной и представители флоры, используемые им в трофических целях. Сборы 2020-2021 гг.

Листоед травяной чаще использует в пищу аборигенные представители флоры Черноземья, однако при их отсутствии питается так же и интродуцированными представителями того же семейства.

На территории памятников природы Приворонежья облигатными потребителями интродуцированных растений являются 16 видов листоедов,

принадлежащих к 12 родам. Самым вредоносным листоедом является *Phyllotreta cruciferae*. Самым часто встречаемым родом семейства *Chrysomelidae* стал *Chrysomela*. Представители этой группы жесткокрылых встречались повсеместно, образовав трофические связи с флорой рода *Populus*. Наблюдения позволили впервые обнаружить на интродуцированных растениях следующие виды листоедов: *Altica aenescens*; *Gastrophysa viridula*.

Список литературы

1. Белова, Н. К. Вредители зеленых насаждений в центрально-черноземной полосе / Н. К. Белова // Вестник Московского государственного университета леса–Лесной вестник. – 1998. – №. 2.
2. Беньковский, А. О., Орлова-Беньковская, М. Я. Трофическая специализация жуков листоедов (Coleoptera Chrysomelidae) приволжской возвышенности / А. О. Беньковский // Поволжский экологический журнал. – 2014. – №. 2. – С. 175-183.
3. Беньковский, А.О. Определитель жуков-листоедов (Coleoptera Chrysomelidae) Европейской части России и европейских стран ближнего зарубежья / А. О. Беньковский М., 1999. – 204 с.
4. Еленевский, А.Г. Систематика и география вероник СССР и прилежащих стран. / А. Г. Еленевский – М. : Наука, 1978. – С. 98–102.
5. Зайцев, Ю.М., Медведев Л.Н. Личинки жуков-листоедов России / Ю. М. Зайцев. М: Т-во научных изданий КМК, 2009. –246 с.
6. Кочергина, М. В. Фитонцидные свойства декоративных растений в условиях Воронежа / М. В. Кочергина // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2008. – №. 6. –С. 50-57.
7. Каданцев, М.М. Посещаемость жесткокрылыми интродуцированных растений воронежского ботанического сада / М. М. Каданцев, С. О. Негробов // Вестник Воронежского Государственного Университета. – 2020. - № 4. – С. 35-37.
8. Лепешкина, Л.А. Рекреационный мониторинг экосистем ботанического сада Воронежского госуниверситета / Л. А. Лепёшкина // Сборник научных трудов. – 2012. – Т. 35. – №. 3. – С. 3-6.
9. Медведев, Л.Н., Рогинская, Н.А. Каталог кормовых растений листоедов СССР / Л. Н. Медведев М., 1988. –191 с.

10. Павловский, Е. Н., Бей-Биенко, Г.Я. Определитель насекомых, повреждающих деревья и кустарники популяционных полос / Е. Н. Павловский. – М., 1950. – С. 207. – 441 с.

11. Bieńkowski A.O. Leaf – beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) of the Eastern Europe. New key to subfamilies, genera and species. М., 2004. – 278 с.

12. Salberg J. Till kännedomen om Haltica Engströmi och dess biologi // Entomologisk Tidskrift. 1913. Arg. 34. P. 262–266.

References

1. Belova, N. K. Vrediteli zelenyh nasazhdenij v central'no-chernozemnoj polose. [Pests of green plantings in the Central black earth strip] / N. Belov K. //Bulletin of Moscow state forest University – Forest Herald. – 1998. no. 2.

2. Benkovsky, A. O., Orlova-Benkovsky, M. J. Troficheseskaja specializacija zhukov listoedov (Coleoptera Chrysomelidae) privolzhskoj vozvyshechnosti [Trophic specialization of leaf beetles (Coleoptera Chrysomelidae) Volga upland] / A. O. Benkovsky // Povolzhskiy journal of ecology. – 2014. no. 2. – S. 175-183.

3. Benkovsky, A. O. The Opredelitel' zhukov-listoedov (Coleoptera Chrysomelidae) Evropejskoj chasti Rossii i evropejskih stran blizhnego zarubezh'ja. [Determinant of leaf beetles (Coleoptera Chrysomelidae) of European part of Russia and the European CIS countries]. / M. A. O. Benkovsky, 1999. 204 p.

4. Elenevsky, A. G. Sistematika i geografija veronik SSSR i prilozhashhih stran. [Taxonomy and geography Veronique of the USSR and adjacent countries] / Elenevsky A. G. – М. : Nauka, 1978. – Pp. 98-102. – 259 S.

5. Zaitsev, Y. M., Medvedev, L. N. Lichinki zhukov-listoedov Rossii [Larvae of leaf beetles of Russia] / Y. M. Zaitsev. М: T in scientific publications KMK, 2009. 246 p.

6. Kochergina, M. V. Fitoncidyne svojstva dekorativnyh rastenij v uslovijah Voronezha [Volatile properties of ornamental plants in the conditions of Voronezh] / Kochergina M. V. // news of higher educational institutions. Lesnoy journal. – 2008. no. 6. P.50-57.

7. Kadantsev, M. M. Rekreativnyj monitoring jekosistem botanicheskogo sada Voronezhskogo gosuniversiteta [Attendance of hard-winged introduced plants of the Voronezh Botanical garden] / M. M. Kadantsev, S. O. Negrobov // Bulletin of the Voronezh state University. – 2020. – No. 4. P. 35-37.

8. Lepeshkina, L. A. Rekreativnyj monitoring jekosistem botanicheskogo sada Voronezhskogo gosuniversiteta [Recreational monitoring of the ecosystems of the Botanical garden of the Voronezh state University] / L. A. Lepeshkina // Collection of scientific works. – 2012. – Vol. 35. no. 3. – S. 3-6.

9. Medvedev, L. N., Roginsky N. Katalog kormovyh rastenij listoedov SSSR. [Catalogue of host plants of leaf beetles of the USSR]. / L. N. Medvedev M., 1988. 191 p.

10. Pavlovsky, E. N., Bay Bienko G. Ya., Opredeletel' nasekomyh, povrezhdajushhih derev'ja i kustarniki polezashhitnyh polos [Keys to the insects that damage trees and shrubs shelterbelts bands] / E. N. Pawlowski. — M., 1950. — P. 207. — 441 S.

11. Bieńkowski, A. O. Leaf – beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) of the Eastern Europe. New key to subfamilies, genera and species. [Text] M., 2004. 278 p.

12. Salberg J. Till kännedom om Haltica Engströmi om biologi och dess [Text] // Entomologisk Tidskrift. – 1913. – Arg. 34. P. 262-266.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПЛОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ДОМИНИРУЮЩИХ ВИДОВ ПТИЦ ПРИ СУКЦЕССИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЛЯХ

Казарцева С.Н., к. с.-х. н., доцент каф. экологического образования
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический
университет», Россия, Воронеж

Аннотация. Заброшенные сельскохозяйственные земли зарастают, подчиняясь сукцессионным процессам, и растительность постепенно изменяется. Орнитологические исследования проведены на четырех залежах в период гнездования птиц (май - июнь) с 2003 по 2021 годы. Залежи расположены в лесостепной зоне Воронежской области. В исследуемых местообитаниях нами было обнаружено от 8 до 10 видов птиц. Для изучения влияния растительного покрова залежных земель на плотность населения птиц в гнездовой период выбраны постоянно присутствующие виды с наибольшей численностью: серая славка, полевой жаворонок и луговой чекан. У рассматриваемых видов численность населения изменялась в течение 18 сезонов наблюдений. Но общая тенденция одинаковая – наибольшее количество особей каждого вида на начальных стадиях зарастания залежных земель и резкое (жаворонок полевой) или постепенное (луговой чекан и серая славка) снижение численности к разрастанию древесной растительности на залежах.

Ключевые слова: птицы, плотность населения, трансформация растительности, залежные земли.

TRANSFORMATION OF THE POPULATION DENSITY OF DOMINANT PEST Species IN VEGETATION SUCCESSION ON FALLOW LAND

Kazartseva S.N., PhD in Agriculture, Associate Professor of the Department of Environmental Education Voronezh State Pedagogical University, Russia, Voronezh

Abstract. Abandoned agricultural lands are overgrown by successional processes and the vegetation gradually changes. Ornithological studies were conducted on four fallow lands during the nesting period of birds (May-June) from 2003 to 2021. The fallow lands are located in the forest-steppe zone of the Voronezh Region. We found 8 to 10 bird species in the studied habitats. To study the effect of the vegetation cover of fallow lands on the density of bird populations during the nesting period, we selected the most abundant species: the gray warbler, the field lark, and the meadow pipit. The population density of these species varied over the course of 18 observation seasons. However, the overall trend was consistent: the highest number of individuals of each species was observed during the initial stages of fallow land colonization, followed by a sharp decline (*Alauda arvensis* L.) or gradual decline (*Sylvia communis* Lath. and *Saxicola rubetra* L.) as the woody vegetation expanded on the fallow lands.

Keywords: birds, overgrowth of fallow lands, and forest-steppe.

Введение. Роль птиц в экосистемах сельскохозяйственного землепользования велика. Они, поедая вредных беспозвоночных и грызунов, приносят пользу сельскому хозяйству, а питаясь ягодами, способствуют их распространению в новые места. Поэтому исследования, касающиеся характеристики видового состава орнитофауны и его изменений на активно эксплуатируемых и заброшенных землях (залежах), актуальны.

В конце XX века в Воронежской области, как и на всей территории России, большие площади земель были выведены из сельскохозяйственного оборота. Изменения видового состава, густоты, ярусности травяного покрова на залежах при их формировании могут привести к трансформации авифауны, поскольку видовой состав и численность птиц достаточно изменчивы и определяются, кроме зоогеографических факторов и местоположения биотопа, составом и динамикой развития растительности. Состав, высота и густота

травостоя создают условия, обеспечивающие птицам защиту и кормовую базу. При снижении высоты травостоя сокращается обилие беспозвоночных животных и семян, но повышается доступность кормовой базы для птиц. Однако, при слишком низком травостое (высота основного яруса не более 25-30 см) условия существования и численности беспозвоночных, а также запасы семян растений резко снижаются. С другой стороны, слишком высокий травостой затрудняет добычу пищи, так как осыпающиеся семена теряются в подушке из отмерших стеблей [2]. Поэтому плотность населения птиц становится зависимой от степени развития напочвенного покрова.

Цель исследования – изучение зависимости плотности населения серой славки (*Sylvia communis* Lath.), полевого жаворонка (*Alauda arvensis* L.) и лугового чекана (*Saxicola rubetra* L.) от состояния растительности на сельскохозяйственных землях, вышедших из сельхозпользования в лесостепной зоне Воронежской области.

Материал и методы исследования. Орнитологические исследования проведены на четырех залежах в период гнездования птиц (май - июнь) с 2003 по 2021 годы. Залежи расположены в 20 км к северу от г. Воронежа в Рамонском районе. После 2021 года исследуемые местообитания претерпели значительные антропогенные изменения, в результате которых залежные земли начали использовать под постройку складов, предприятий и развлекательного центра, что привело к созданию новых условий для птиц и обусловило окончание наших исследований. Орнитофауну изучали на маршрутах различной длины с фиксированной шириной учетной полосы, составляющей для полевого жаворонка и других, далеко обнаруживаемых видов – 200 м, а для лугового чекана, серой славки и других, близко обнаруживаемых видов – 140 м. Учет проводили рано утром, регистрировали число токующих самцов, при расчетах каждого из них принимали за гнездящуюся пару.

Растительность на залежных землях постепенно изменялась и проходила три стадии [3]: – начальная, бурьянистая, высота травостоя до 100 см и более, доминируют осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), бодяк щетинистый (*Cirsium setosum* (Willd.) Bess.), различные зонтичные, встречаются куртины с более низкой растительностью;

– бурьянисто-пырейная стадия сукцессии, высота травостоя до 70 см, в напочвенном покрове появляются пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.), ковыль

(*Stipa cappilata* L.), другие злаки, которые начинают вытеснять полынь; – пырейная стадия сукцессии, высота травостоя в среднем 50 см, доминируют пырей, ромашка (*Matricaria perforate* Merat.) с небольшим участием полыни и осота.

Наблюдения за птицами проводились на залежах, характеризующихся согласно классификации стадий развития сукцессии почвенного покрова [3].

С 2005 года в травянистую растительность стали внедряться древесные породы из примыкающих к полям лесополос – сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и вид, способный к быстрому распространению – береза *sp.*[4].

Результаты исследования и их обсуждение. В исследуемых 4-х местообитаниях были обнаружены от 8 до 10 видов птиц. Для изучения влияния растительного покрова залежных земель на плотность населения птиц в гнездовой период нами выбраны постоянно присутствующие виды с наибольшей численностью: серая славка, полевой жаворонок и луговой чекан. Серая славка ежегодно заселяла залежи с 2003 по 2021 гг., что свидетельствует о высокой пластичности этого вида, что согласуется с выводами И.И. Барабаш-Никифорова и Л.Л. Семаго [1], которые отмечали серую славку, гнездящуюся на кустарниках, но способную устраивать гнезда и среди стеблей бурьяна, как вид, не требовательный в выборе породного состава насаждений и охотно заселяющий новые биотопы. Г. Н. Симкин [5] называет серую славку кустарниковым видом, но успешно заселяющим также подрост хвойных видов.

В наших исследованиях численность серой славки ежегодно изменялась. На начальной (бурьянистой) стадии зарастания в 2003 году её численность составляла 40 пар/км². Через два года, с начала распространения древесных растений, на залежах сложились для этого вида наиболее благоприятные условия и численность населения славки серой достигла максимального значения за все время наблюдений – 71 пар/км². Однако в процессе зарастания древесной растительности этот показатель снижался до 16 – 8 пар/км². В 2011 и 2021 годах население серой славки снова увеличилось до 40 и 35 пар/км² соответственно, что объясняется предшествующими пожарами в 2010 и 2020 годах в прилегающих лесополосах, откуда этот вид переселился на залежи.

Полевой жаворонок, как типичный обитатель открытых ландшафтов с максимальной численностью для исследуемых местообитаний – 44 пар/км², отмечен только в первые годы зарастания залежей. В 2007 году, в результате

распространения древесной растительности, рассматриваемый вид резко снизил свою численность до 6 пар/км². В последующие годы численность населения полевого жаворонка варьировала в пределах 11 ... 4 пар/км². Незначительное увеличение численности произошло благодаря появлению на одной из залежей перепаханного участка. В 2021 году гнездование полевого жаворонка прекратилось из-за нарушения экологических условий на залежах – начала индустриальной застройки залежей.

Луговой чекан обычно предпочитает луга, покрытые кое-где высокими сорными травами и разбросанными на них кустарниками. Численность его населения на залежах, довольно высокая с 2003 года (55 ... 32 пар/км²) по 2011 г. оставалась относительно стабильной, а в период 2013-2021 гг. снизилась до 17 ... 7 пар/км², в результате достижения неблагоприятной для этого вида высоты древостоя.

Заключение

По мере изменения растительного покрова на залежных землях, вышедших из сельскохозяйственного оборота и зарастающих растительностью, находящейся в состоянии сукцессии, изменяется экологическая емкость местообитаний за счет изменения условий гнездования для рассматриваемых видов птиц и истощения или недоступности кормовой базы для них. Состояние почвенного покрова на залежах является важным фактором, определяющим уровень численности населения птиц.

Список литературы

1. Барабаш-Никифоров, И. И. Птицы юго-востока Черноземного центра / И. И. Барабаш-Никифоров, Л. Л. Семаго. – Воронеж : изд-во Воронежского ун-та, 1963. – 210 с.
2. Владышевский, Д. В. Птицы в антропогенном ландшафте / Д. В. Владышевский. – Новосибирск : Наука, 1975 – С.39-45.
3. Ипатов, В. С. Фитоценология : учеб. пособие / В. С. Ипатов, Л. А. Кирикова. – СПб, 1999. – 316 с.
4. Казарцева, С. Н. Орнитофауна сельскохозяйственных ландшафтов и её экологические особенности в современных условиях природопользования (на примере Воронежской области) : дисс. ...канд. с/х наук: 03.00.16. – Воронеж, 2006. – 137 с.

5. Симкин, Г. Н. Певчие птицы : справочное пособие. – М. : Лесн. пром-сть, 1990. – 399 с.

References

1. Barabash-Nikiforov, I. I. Birds of the Southeast of the Chernozem Center / I. I. Barabash-Nikiforov, L. L. Semago. – Voronezh : Voronezh University Press, 1963. – 210 p.

2. Vlasideshevsky, D. V. Birds in the Anthropogenic Landscape / D. V. Vlasideshevsky. – Novosibirsk : Nauka, 1975 – P.39-45.

3. Ipatov, V. S. Fitotsenologiya : Ucheb. posobie / V. S. Ipatov, L. A. Kirikova. SPb, 1999. – 316 p.

4. Kazartseva, S. N. The ornithofauna of agricultural landscapes and its ecological features in modern conditions of nature management (on the example of the Voronezh region): dis. ... kand. s/kh sciences: 03.00.16. – Voronezh, 2006. – 137 p.

5. Simkin, G. N. Songbirds : A Reference Guide. – Moscow: Lesnaya Promyshlennost, 1990. – 399 p.

РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И СОСНЫ КРЫМСКОЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ

Копыленкова А.А., аспирант, ассистент кафедры лесоводства, лесной таксации и лесоустройства ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Цепляев А.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры ботаники и дендрологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Журихин А.И., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур селекции и лесомеллиорации, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы искусственного лесовосстановления на территории г. Севастополя. Выполнена сравнительная оценка роста и сохранности лесных культур сосны крымской (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) на пробных площадях, заложенных в ГКУ «Севастопольское лесничество». Установлено, что в засушливых условиях региона сосна крымская превосходит сосну обыкновенную по основным таксационным показателям и сохранности. Выявлено влияние типов лесорастительных условий на эффективность создания лесных культур. Даны рекомендации по выбору главной породы для лесовосстановительных работ.

Ключевые слова: сосна крымская, сосна обыкновенная, лесовосстановление, лесные пожары, тип лесорастительных условий, сохранность культур.

GROWTH AND PRODUCTIVITY OF SCOTS PINE AND CRIMEAN PINE IN THE CONDITIONS OF THE CITY OF SEVASTOPOL

Kopylenkova A.A., master, assistant of the Department of Forestry, Forest taxation and Forest Management Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Cepliyayev A.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Zhurikhin A.I., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Forest Crops, Breeding and Forest Reclamation, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. This article examines issues of artificial reforestation in the city of Sevastopol. A comparative assessment of the growth and survival of Crimean pine (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) and Scots pine (*Pinus sylvestris*) forest stands was conducted on sample plots established by the Sevastopol Forestry State Institution. It was found that, in the region's arid conditions, Crimean pine outperforms Scots pine in key forest taxation indicators and survival. The influence of forest growth conditions on the effectiveness of forest stand creation is revealed. Recommendations for selecting the primary species for reforestation efforts are provided.

Keywords: Crimean pine, Scots pine, reforestation, forest fires, type of forest growing conditions, plantation survival.

Введение. Для климата Крымского полуострова характерны высокие температуры и дефицит осадков, поэтому пожары в лесных массивах случаются регулярно и наносят существенный экологический урон. Нередко возгорания возникают из-за неосторожного обращения с огнем и пренебрежения правилами пожарной безопасности. Разведение костров при ветреной погоде создает угрозу крупных пожаров и представляет опасность для населения. Весной и летом лесные пожары фиксируются ежегодно, при этом выгорают значительные площади уникальных лесов.

Севастополь по праву носит звания «героический», «город-памятник», «город-мемориал». Однако эти заслуги связаны не только с людскими потерями и разрушениями, но и с колоссальным ущербом, нанесенным природе. За последние столетия крымские леса пережили три крупных потрясения, которые кардинально изменили их состояние.

Первое связано со строительством Черноморского флота после присоединения Крыма к России. Эскадры Ушакова, Сенявина, Лазарева во многом строились из крымского дуба и сосны. Длительное время велся активный экспорт ценных пород – бука, граба, тиса, можжевельника. Второе потрясение – решение советского руководства превратить Крым в регион сплошных садов и виноградников, под которые вырубались значительные площади лесов в предгорьях и горах. Третье потрясение связано с ВОВ. Лес служил укрытием для партизан, и немецкие войска, стремясь обезопасить себя, вырубали лесные массивы вдоль стратегических дорог и нередко поджигали их. В результате были уничтожены тысячи гектаров леса.

Сегодня лесистость полуострова составляет около 9 %. В послевоенный период площадь лесов увеличилась почти на 90 тысяч гектаров благодаря искусственным насаждениям и естественному облесению. Таким образом, примерно четверть всех крымских лесов имеет искусственное происхождение. Как отмечает А. Ф. Адамень [2], хвойные насаждения, особенно сосна крымская, играют ключевую роль в поддержании экологического баланса на Южном берегу Крыма, что делает их сохранение и восстановление приоритетной задачей.

Один из наиболее масштабных пожаров в Севастополе произошел в 2009 году на территории Терновского лесничества – выгорело более 100 гектаров леса. В 2016 году пожар охватил 4,5 гектара в районе села Фруктовое, а в 2023 году огонь тушили на площади 4,5 тысячи квадратных метров на границе с Бахчисарайским районом. Проблема восстановления лесов после пожаров остается острой для всего Крымского полуострова, на что неоднократно указывалось в научной литературе [4, 5]. В настоящее время на месте горельников в Терновке высажено более 36 гектаров новых культур. Отмечается также естественное возобновление леса, однако этот процесс требует значительного времени.

Цель исследования – оценить перспективность использования сосны крымской и сосны обыкновенной при лесовосстановлении в условиях г. Севастополя и установить оптимальные типы условий местопроизрастания (ТУМ) для доминирующей породы.

Материал и методы исследования. Полевые работы выполнялись в июле 2023 года на пяти пробных площадях, заложенных на территориях Терновского и Севастопольского участковых лесничеств. Объектами изучения стали культуры сосны девятилетнего возраста.

Закладка пробных площадей и камеральная обработка данных проводились согласно общепринятым в лесоводстве методикам. При выполнении пересчетов, измерении высот и диаметров, а также при расчете таксационных показателей мы руководствовались рекомендациями А. Д. Лозового [7]. На каждой площади выполнялся сплошной пересчет деревьев с измерением высоты (мерной вилкой или высотомером) и диаметра на высоте груди. Для молодых растений дополнительно определялся диаметр у шейки корня. Оценивалась сохранность культур (в процентах) и рассчитывался среднегодовой прирост по высоте и диаметру. Типы лесорастительных условий устанавливались по шкале Алексеева-Погребняка, применимость которой для горного Крыма подтверждена современными типологическими исследованиями [3].

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе работы было выполнено сравнение 9-летних культур сосны крымской (пр. пл. №4, кв. 9) и сосны обыкновенной (пр. пл. №7, кв. 6), произрастающих в близких условиях. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика 9-летних культур сосны крымской и сосны обыкновенной

Показатель	Сосна крымская	Сосна обыкновенная
№ квартала / пробной площади	9 / 4	6 / 7
Тип условий местопроизрастания (ТУМ)	C ₂	C ₂
Густота посадки, шт./га	6600	6600

Показатель	Сосна крымская	Сосна обыкновенная
Сохранность, %	63	24
Средняя высота, м	3,0	1,6
Средний диаметр, см	7,2	6,0

Анализ приведенных данных показывает, что сосна крымская существенно опережает сосну обыкновенную по основным таксационным показателям. Сохранность культур сосны крымской оказалась выше на 39%. Разница в среднегодовом приросте по высоте достигла 46% в пользу крымской сосны, по диаметру – 25%.

Сосна обыкновенная, широко используемая как лесобразующая порода во многих регионах России [5], в засушливых условиях Севастополя демонстрирует низкие результаты. Невысокая сохранность (всего 24 %) и слабый прирост (1,6 м за 9 лет) говорят о ее слабой приспособленности к местному климату. Исследования Ю. Е. Аганиной [1] показывают, что в других стрессовых условиях (например, в северной тайге) эта порода способна проявлять высокую адаптивность за счет внутривидовой изменчивости, однако в засушливом климате Крыма эти механизмы не обеспечивают ее успешного роста. Сосна крымская, будучи аборигенной для Крыма породой, лучше адаптирована к жаркому климату и бедным почвам, что определяет ее предпочтительность для лесовосстановительных работ в регионе. Таким образом, сосна крымская определена как доминирующая порода для дальнейшего анализа.

Изучение 9-летних культур сосны крымской в различных типах условий местопроизрастания выявило значительные различия в их росте и развитии. Данные по трем пробным площадям приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Лесоводственно-таксационная характеристика 9-летних культур сосны крымской в разных ТУМ

№ пробной площади	ТУМ	Густота, шт./га	Сохранность, %	Средняя высота, м	Средний диаметр, см
8	C ₂	6600	32	1,6	6,0
6	C ₂	6600	29	1,8	5,0

№ пробной площади	ТУМ	Густота, шт./га	Сохранность, %	Средняя высота, м	Средний диаметр, см
4	C ₂	6600	63	3,0	7,2

Наилучшие показатели роста и сохранности зафиксированы в ТУМ C₂. Здесь средняя высота растений достигла 3,0 м, а сохранность составила 63 %. В более бедных и сухих условиях (C₀ и C₁) показатели оказались практически в два раза ниже. Полученные данные согласуются с выводами Н. А. Пшеничникова [3] о том, что более увлажненные и богатые варианты лесных формаций Крыма обладают наивысшим потенциалом продуктивности. Это говорит о том, что для создания высокопродуктивных культур сосны крымской необходимо подбирать участки с более богатыми и увлажненными почвами, соответствующими ТУМ C₂.

Вместе с тем важно отметить, что даже в менее благоприятных условиях (ТУМ C₂) сосна крымская показывает рост (средняя высота 1,8 м), сопоставимый с сосной обыкновенной в тех же условиях (1,6 м), что дополнительно подтверждает ее более высокую адаптационную способность.

Выводы

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. В условиях города Севастополя сосна крымская является более перспективной породой для лесовосстановления по сравнению с сосной обыкновенной. Она превосходит последнюю по сохранности (на 39 %) и среднегодовому приросту в высоту (на 46 %).

2. Наиболее высокие таксационные показатели культур сосны крымской отмечены в типах условий местопроизрастания C₂, где сохранность достигает 63 %, а средняя высота в 9 лет – 3,0 м. Для создания продуктивных насаждений целесообразно подбирать участки, соответствующие данному ТУМ.

3. На участках, пройденных пожарами, необходимо высаживать сосну крымскую с механизированной подготовкой почвы, что будет способствовать ускоренному восстановлению коренных лесов. Естественное возобновление, наблюдаемое, в частности, в Терновском лесничестве и на других горельниках Крыма [5], не может в полной мере компенсировать утраченные лесные

площади в приемлемые сроки, что подтверждает необходимость активного искусственного лесовосстановления [4].

Список литературы

1. Аганина, Ю. Е. Адаптационная способность разных форм сосны обыкновенной в стрессовых условиях (на примере Северо-Двинского бассейна) : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 4.1.6 / Аганина Юлия Евгеньевна. – Архангельск, 2024. – 20 с.
2. Адамень, А. Ф. Роль хвойных культур на Южном берегу Крыма в поддержании экологического баланса территории / А. Ф. Адамень // Агроекологічний журнал. – 2011. – № 2. – С. 14-19. – EDN RUQVWN.
3. Пшеничников, Н. А. Особенности типологической структуры средиземноморских лесных формаций в горном Крыму / Н. А. Пшеничников // Природные ресурсы: состояние и рациональное использование : материалы Международной научно-практической конференции, Орёл, 15–16 декабря 2021 года. – Орёл: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2022. – С. 354-365. – EDN HXSGDY.
4. Коба, В. П. Современные проблемы лесовосстановления на горельниках в горном Крыму / В. П. Коба // Актуальные проблемы ботаники и охраны природы : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения профессора Г.Ф. Морозова, Симферополь, 2017. – С. 232-233. – EDN YGDPHV.
5. Раевский, Б. В. Современное состояние селекции и семеноводства хвойных пород / Б. В. Раевский, Р. В. Игнатенко, Е. В. Новичонок [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2022. – № 6(390). – С. 9-37. – DOI 10.37482/0536-1036-2022-6-9-37. – EDN AVEGXG.
6. Салтыков, А. Н. Естественное возобновление сосны крымской на горельниках ЯГЛПЗ: оценка и перспективы использования / А. Н. Салтыков, В. В. Разумный, А. С. Гнедов // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. — 2018. – № 15(178). – С. 65-73. – EDN VQUBNJ.
7. Салогуб, Р. В. Особливості створення лісових культур сосни кримської та біоти східної в умовах степового Криму / Р. В. Салогуб // Науковий вісник НЛТУ України. — 2010. — Вип. 20.5. — С. 52–58.
8. Лозовой, А. Д. Лесная вспомогательная книжка: Лесотаксационный справочник работнику лесного хозяйства Центрально-Черноземного региона России. – Изд. 3-е. – Воронеж, 2004. – 390 с.

References

1. Aganina, Yu. E. Adaptive ability of different forms of Scots pine under stressful conditions (for example, the North Dvina basin): author. dis.... cand. biol. Sciences: 4.1.6/Aganina Julia Evgenievna. - Arkhangelsk, 2024. - 20 s.
2. Adamen, A.F. The role of coniferous crops on the southern coast of Crimea in maintaining the ecological balance of the territory/A.F. Adamen//Agroecological Journal. – 2011. – № 2. - S. 14-19. – EDN RUQVWN.
3. Pshenichnikov, N. A. Features of the typological structure of Mediterranean forest formations in the mountainous Crimea/N. A. Pshenichnikov//Natural resources: state and rational use: materials of the International Scientific and Practical Conference, Orel, December 15-16, 2021. - Eagle: Oryol State University named after I.S. Turgenev, 2022. - S. 354-365. — EDN HXSGDY.
4. Koba, V.P. Modern problems of reforestation on burners in the mountainous Crimea/V.P. Koba//Actual problems of botany and nature conservation: a collection of scientific articles of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 150th anniversary of the birth of Professor G.F. Morozov, Simferopol, 2017. - S. 232-233. – EDN YGDPHV.
5. Raevsky, B.V. The current state of selection and seed production of conifers/B.V. Raevsky, R.V. Ignatenko, E.V. Novichonok [et al.]//News of higher educational institutions. Forest Journal. – 2022. – № 6(390). - S. 9-37. – DOI 10.37482/0536-1036-2022-6-9-37. – EDN AVEGXX.
6. Saltykov, A.N. Natural renewal of Crimean pine on the burners of YAGLPZ: assessment and prospects for use/A.N. Saltykov, V.V. Razumny, A.S. Gnedov//News of Agricultural Science of Taurida. — 2018. — № 15(178). - S. 65-73. – EDN VQUBNJ.
7. Salogub, R.V. Special feature i the sash of ice crops of Krimsko pine i and bioti schidno i in the minds of the steppe Krimu/R.V. Salogub//Naukoviy visnik NLTU Ukraine. – 2010. - Veep. 20.5. - S. 52-58.
8. Lozovoy, A. D. Forest Auxiliary Book: Forestry Handbook for a Forestry Worker in the Central Black Earth Region of Russia. - Ed. 3rd. - Voronezh, 2004. - 390 s.

РАЗНООБРАЗИЕ, СОСТОЯНИЕ И РОСТ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ОЗЕЛЕНЕНИИ РАБОЧЕГО ПОСЕЛКА ТАЛОВАЯ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Михайлова М.И., к. с.-х. н., старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Махинова Д.И., студент 3 курса,
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Чернышов М.П., д. с.-х.н., профессор
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В работе приведены результаты инвентаризации видового разнообразия древесных пород, используемых при озеленении рабочего поселка Таловая Воронежской области. Проведен анализ видового состава, роста и санитарных показателей для научно обоснованного выбора древесных пород для озеленения в неоднородных условиях урбанизированной среды.

Ключевые слова: древесные породы, озеленение улиц, рабочий поселок Таловая, Воронежская область.

DIVERSITY, CONDITION AND GROWTH OF WOODY PLANTS IN THE LANDSCAPING OF THE TALOVAYA WORK SETTLEMENT OF THE VORONEZH REGION

Mikhailova M.I., Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Voronezh State
University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia,
Voronezh

Makhinova D.I., student 3rd-year

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Chernyshov M.P., Doctor of Agricultural Sciences, Professor Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract: The paper presents the results of an inventory of the species diversity of tree species used in the landscaping of the Talovaya work settlement in the Voronezh region. The analysis of species composition, growth, and sanitation indicators has been carried out for a scientifically sound choice of tree species for landscaping in heterogeneous urban environments.

Keywords: tree species, street landscaping, Talovaya work settlement, Voronezh region.

Введение. Административный центр Таловского муниципального района Воронежской области – рабочий посёлок Таловая, расположен на реке Сухая Чигла (бассейн р. Дон) в 157 км от города Воронеж. Район занимает территорию в 1907 км² с населением около 10,8 тыс. человек. История населенного пункта началась в 1892 года с появлением железнодорожной станции на линии «Харьков-Балашов». С 1957 г. он носит современный статус рабочего посёлка [4]. Для него характерен умеренно-континентальный климат. Относительная влажность воздуха в течение года варьирует в пределах 54-88%, снижаясь с апреля и достигая своего минимума в мае, после чего начинается её постепенное повышение. Основная доля атмосферных осадков выпадает в летние месяцы, тогда как зимне-весенний период отличается их наименьшим количеством. Пик летнего тепла приходится на июль, когда средние показатели составляют от +19 до +25°C, а в отдельные дни воздух может прогреваться свыше +30°C. Зимний минимум наблюдается в январе со средней температурой -9...-10°C. Таким образом, годовой ход температур от января к июлю демонстрирует выраженный рост, а после июля – плавное снижение до декабря, создавая значительную амплитуду среднемесячных значений в 28,1°C [4].

Климатические условия для развития растительности благоприятные [4].

Целью исследования являлось изучение видового разнообразия древесных пород в озеленении р. п. Таловая для дальнейшей оптимизации их ассортимента и оценки состояния существующих объектов зеленого строительства, выполняющих не только санитарно-гигиенические, но и декоративно-планировочные функции.

Материал и методы исследования. В соответствии с целью исследований летом 2025 г. были проведены наблюдения и инвентаризация растений древесных пород, сохранившихся на улицах рабочего посёлка Таловая.

Сплошной перебор, обмер и описание растений всех древесных пород проводился в ходе маршрутного обследования улиц поселка [2, 3].

Результаты исследования и их обсуждение. По результатам инвентаризации на улицах р.п. Таловой наблюдается 43 вида древесных растений, которые можно отнести к 26 родам, 16 семействам, 2 классам (Хвойные (Pinopsida), Двудольные (Magnoliopsida)) и 2 отделам (Голосеменные Pinophyta, Покрытосеменные Magnoliophyta) (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение видов пород древесных растений р.п. Таловая по систематическим группам

Систематические группы	Количество:					
	семейств		родов		видов	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Покрытосеменные Отдел Magnoliophyta Класс Magnoliopsida	14	87,5	22	85	37	86
Голосеменные Отдел Pinophyta Класс Pinopsida	2	12,5	4	15	6	14
Всего	16	100	26	100	43	100

Согласно применяемой в настоящее время ботанико-флористической систематике покрытосеменные растения (отдел Magnoliophyta) составляют – 37 видов (или 86 %). В свою очередь голосеменные древесные растения, относящиеся к отделу Pinophyta, насчитывает всего лишь 6 видов (или 14 %).

При обследовании текущего видового разнообразия в современном уличном озеленении р.п. Таловая из общего числа семейств (16 шт.)

установлены 8 наиболее богатых видами древесных пород семейств, которые объединяют 76,7 % видов и 80,7 % родов (табл. 2).

Таблица 2 – Распределение древесных пород, используемых в озеленении улиц р.п. Таловая, по семействам и родам

№	Семейства	Число видов:		Число родов:	
		шт.	%	шт.	%
1	Rosaceae	11	25,6	10	38,5
2	Salicaceae	5	9,5	2	7,7
3	Aceraceae	3	6,9	1	3,8
4	Pinaceae	3	6,9	2	7,7
5	Cupressaceae	3	6,9	2	7,7
6	Ulmaceae	3	6,9	1	3,8
7	Betulaceae	3	6,9	2	7,7
8	Tiliaceae	2	4,7	1	3,8
Всего		33	76,6	21	80,7

Лидирующие места занимают два семейства, а именно: Salicaceae и Rosaceae, что обусловлено не только высокой адаптивностью видов, их привлекательным внешним видом, жизнеспособностью и хорошим ростом, но и доступностью крупномерного посадочного материала для осуществления озеленительных посадок в границах рабочего поселка [3].

Из ведущих по представленности видов пород в составе озеленения наибольшими по числу видов являются следующие роды: Rosa (4 вида), Populus (4 вида), а роды Crataegus, Acer и Ulmus включают лишь по 3 вида. Остальные семейства включают по 3 (Ulmaceae, Cupressaceae, Aceraceae, Pinaceae, Betulaceae), по 2 (Oleaceae, Tiliaceae, Anacardiaceae, Fabaceae, Fagaceae) и по 1 виду (Bignoniaceae, Cornaceae).

Менее представлены растения, относящиеся к родам Tilia, Picea, Sorbus, Fraxinus, Juniperus, Syringa, которые объединяют менее 3 видов.

Значительную часть (29 видов, 67 %) составляют породы-интродуценты. Наиболее широко представлены виды северо-американского, восточно-азиатского и европейского происхождения.

Для целей оценки роста и санитарного состояния были отобраны четыре породы деревьев, находящиеся разных экологических условиях, отражающих широкий спектр факторов влияния окружающей среды. Выбор именно этих видов позволяет провести комплексный сравнительный анализ санитарно-

экологического состояния растительности в условиях озеленения данного поселка, выявить влияние транспортного загрязнения, интенсивности движения и антропогенной нагрузки на санитарное состояние существующего озеленения (табл. 3).

Таблица 3 – Виды древесных насаждений, их размещение по экологическим условиям

Вид растения	Экологические условия
<i>Picea pungens</i> (Ель колючая)	Центр посёлка с высокой посещаемостью, проходимостью и большой антропогенной нагрузкой (пешеходы и автотранспорт)
<i>Larix decidua</i> (Лиственница европейская)	Улица жилой застройки с низкой активностью движения транспорта и населения
<i>Betula pendula</i> (Береза повислая)	Территория детского сада с большой пешеходной нагрузкой
<i>Populus pyramidalis</i> (Тополь пирамидальный)	Городская улица с интенсивным движением автотранспорта

На основании визуальной оценки санитарного состояния деревьев уличных насаждений по шкале Алексеева [1] было установлено, что они имеют разную высоту и диаметр, но при этом почти все обследованные растения здоровые, без признаков ослабления и механических повреждений. У всех видов форма кроны правильная. Только у березы повислой отмечено раздвоение ствола, а у лиственницы – изреживание кроны.

Сломанные ветви в кроне отсутствуют. Наблюдается суховершинность и наличие сухих ветвей у тополя пирамидального, а также изреженность кроны у лиственницы европейской. Рекомендуется удалить сухие ветви для предотвращения дальнейшего ухудшения состояния дерева у ели колючей, лиственницы европейской и тополя пирамидального (табл.4), а также внесение минеральных удобрений в качестве подкормки.

Таблица 4 – Оценка санитарного состояния древесных пород р.п. Таловой

Категория состояния	Вид	Высота, м	Диаметр, см	Суховершинность	Механические повреждения	Раздвоение ствола	Неправильные формы	Рекомендации
I	Ель колючая	20	25	нет	нет	нет	нет	удаление сухих

	<i>(Picea pungens)</i>							ветвей
II	Лиственица европейская (<i>Larix decidua</i>)	15	26	нет	нет	нет	нет	внесение удобрений
I	Береза повислая (<i>Betula pendula</i>)	3	18	нет	нет	есть	нет	-
I	Тополь пирамидальный (<i>Populus pyramidalis</i>)	25	23	Присутствует	нет	нет	нет	удаление сухих ветвей

Анализ роста, распространенности и жизнеспособности видов пород в разных экологических условиях р.п. Таловая показал, что основная масса древесных растений находится в удовлетворительном и хорошем санитарном состоянии.

Заключение

Таким образом, породный состав существующих уличных зеленых насаждений р.п. Таловая характеризуется достаточным для лесостепной лесорастительной зоны Европейской части РФ разнообразием и включает преимущественно древесные растения, относящиеся к разным родам (26 шт.), семействам (16 шт.) и видам (43).

Выполненные летом 2025 г. полевые исследования современного состояния озеленения р. п. Таловая подтверждают, что в нем наблюдается достаточно богатое видовое разнообразие аборигенных древесных растений, определяющее жизнеспособность и ценность местной зеленой инфраструктуры. Для повышения устойчивости, жизнеспособности и долговечности объектов зеленого строительства, а также для обеспечения эффективности ежегодно осуществляемых мероприятий по озеленению рекомендуется продолжать использование зонально-устойчивых и декоративных видов растений, обеспечивающих комплексное решение ландшафтных и функциональных задач урбанизированной среды.

Список литературы

1. Алексеев, В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В. А. Алексеев // Лесоведение. – М. : Наука, 1989. - № 4. - С. 51- 57.
2. Козловская, А. В. Озеленение населенных пунктов Центрального Черноземья: оценка современного состояния и перспективы развития /

А. В. Козловская, О. Н. Савченко. - Воронеж: Издательство Воронежского университета. 2017. - 236 с.

3. Макарова, Ю. В. Древесные растения в уличном озеленении поселка городского типа Алексеевка (Самарская область) / Ю. В. Макарова, Е. С. Корчиков, Н. В. Прохорова // СНВ. 2017. № 1 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/drevesnye-rasteniya-v-ulichnom-ozelenenii-poselka-gorodskogo-tipa-alekseevka-samarskaya-oblast>.

4. Сетевое издание «Воронежская Энциклопедия» ЭЛ № ФС 77-82626. 2022. URL: <https://vrnency.ru/vol-1/ve-1-t/a-00073-t?ysclid=mi5p448qe9715987061> (дата обращения: 19.11.2025)

References

1. Alekseev, V. A. Diagnostics of the vital state of trees and tree stands / V. A. Alekseev // Forest Science. – Moscow : Nauka Publ., 1989. – No. 4. – pp. 51-57.

2. Kozlovskaya A. V., Savchenko O. N. Greening of Settlements in the Central Black Earth Region: Assessment of the Current State and Development Prospects. Voronezh: Voronezh University Publishing House. 2017. 236 p.

3. Makarova Yu. V., Korchikov E. S., Prokhorova N. V. Woody Plants in Street Greening of the Urban-Type Settlement Alekseevka (Samara Region) // SNV. 2017. No. 1 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/drevesnye-rasteniya-v-ulichnom-ozelenenii-poselka-gorodskogo-tipa-alekseevka-samarskaya-oblast>.

4. Online publication "Voronezh Encyclopedia" EL № FS 77-82626. 2022. URL: <https://vrnency.ru/vol-1/ve-1-t/a-00073-t?ysclid=mi5p448qe9715987061> (accessed: 19.11.2025).

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНАЯ РОЛЬ ПРИДОРОЖНЫХ ЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

Михин В.И., д. с.-х.н., заведующий кафедрой лесных культур, селекции и лесомелиорации ФГБОУ ВО “Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова”, Россия, Воронеж

Михина Е.А., к. с.-х.н., доцент кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации ФГБОУ ВО “Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова”, Россия, Воронеж

Аннотация. Защитные насаждения придорожного назначения в условиях Центрального Черноземья представлены линейными биологическими объектами, где ассортимент пород и кустарников введен с учётом почвенно-климатических условий. В средневозрастных лесных полосах с участием тополя бальзамического, берёзы повислой, акации белой, ясеня зелёного, клёна остролистного при размещении растений 2,5 - 3,0 x 0,8 - 1,5 м и ширины 10,0-18,0 м сформировалась продуваемая и ажурная структура. Сохранность пород составляет 16,8-73,6 %, где средняя ветрозащитная высота равна 7,0-16,6 м, средний диаметр 8,6-22,5 см и защитные насаждения по лесоводственно-мелиоративным свойствам имеют индекс 4а, 4б, 5а, 5б. В тополёво-берёзовых лесных полосах придорожного назначения с густотой создания растений 4000-5762 шт/га тополь имеет самую низкую сохранность (16,8-17,1 %). Его биометрические показатели роста по диаметру и высоте выше на 9,8-24,8 % по отношению к показателям берёзы. Клён остролистный по своим эколого-биологическим свойствам используется в качестве сопутствующей породы. В насаждениях из берёзы повислой и акации белой имеет низкий процент сохранности (32,7 %) и продуктивность роста оценивается по III классу бонитета. Ясень зелёный в степных условиях на чернозёме обыкновенном отстаёт в росте по высоте и диаметру от тополя бальзамического и акации

белой на 15,7-43,5 %. Защитные насаждения изменяют экологические условия в ландшафте, что проявляется в снегозадержании и его распределении, повышении влажности приземного слоя воздуха, снижении его температуры в вегетативный период и как результат положительного влияния, увеличение продуктивности агроценозов в защищенной зоне агротерриторий.

Ключевые слова: защитные придорожные лесные полосы, рост, сохранность, биометрические показатели, эколого-мелиоративная роль.

GROWTH PATTERN AND ECOLOGICAL-RECLAMATION ROLE OF ROADSIDE PROTECTIVE PLANTATIONS IN CONDITION OF CENTRAL BLACK EARTH REGION

Mikhin V. I., doctor of agricultural sciences, head of the department of forest crops, selection and forest reclamation, Federal state budgetary educational institution of higher education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Mikhina E. A., candidate of agricultural sciences, associate professor of the department of forest crops, selection and forest reclamation, Federal state budgetary educational institution of higher education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. In condition of Central Black Earth Region, protective roadside plantings are represented by linear biological objects, with the species composition of trees and shrubs selected according to local soil and climatic conditions. In middle-aged forest belts, with tree species including balsam poplar, silver birch, false acacia, green ash, and norway maple, planted at spacings of 2.5-3.0 m by 0.8-1.5 m and belt widths of 10.0–18.0 m, porous and openwork structures have formed. The survival rate of the tree species ranges from 16.8 to 73.6 %, with an average windbreak height of 7.0–16.6 m, an average diameter of 8.6-22.5 cm, and the protective plantings are classified under silvicultural-reclamation indices 4a, 4b, 5a and 5b. In poplar-birch roadside forest belts with an initial planting density of 4000–5762 trees per hectare, poplar exhibits the lowest survival rate (16.8-17.1 %). Its biometric growth indicators in terms of diameter and height are 9.8-24.8 % higher than those of birch. In terms of its ecological and biological properties, norway maple is used as a companion tree

species. In plantations consisting of silver birch and false acacia, maple shows a low survival rate (32.7 %) and poor growth performance, placing it in site class III. In steppe conditions on ordinary chernozem, green ash lags behind balsam poplar and false acacia in height and diameter growth by 15.7-43.5 %. Protective plantings modify the ecological conditions of the landscape. This is evidenced by snow retention and distribution, increased humidity in the ground-level air layer, and a decrease in air temperature during the growing season. Consequently, this positive influence leads to increased productivity of agricultural cenoses within the protected zone of these areas.

Keywords: roadside protective forest belts, growth, survival rate, biometric indicators, ecological-reclamation role.

Введение. Начало защитного лесоразведения в России связано с именем Петра I, которым были впервые введены лесозащитные акты, а в 1696 г. под г. Таганрогом были созданы защитные лесокультурные плантации дуба. Защитное лесоразведение получило широкомасштабное развитие в послевоенный период, когда был введён в действие в 1948 г. «Сталинский план преобразования природы» [4, 7, 8]. До начала девяностых годов прошлого столетия проводились интенсивные работы по созданию защитных лесных насаждений (ЗЛН) [6]. Бурное развитие сети дорог и выраженная тенденция увеличения численности автомобилей привели к тому, что автодороги стали одним из наиболее мощных источников негативного воздействия на окружающую среду [5, 8].

Для обеспечения защиты природных ландшафтов формируются искусственные линейные лесные насаждения, которые выполняют защитную эколого-мелиоративную роль в регионе [1, 8].

Цель исследований – обоснование параметров защитных линейных насаждений придорожного назначения на основе их лесокультурных, агротехнических приёмов выращивания и эколого-мелиоративных особенностей.

Материалы и методы исследования. Базовыми объектами исследований послужили придорожные лесные полосы (местного и регионального назначения) в лесоаграрных ландшафтах в условиях Центрального Черноземья.

Изучение роста пород в защитных насаждениях выполнялось по общепринятым методам в лесной таксации и агролесомелиорации [2, 3]. Для этого в лесных полосах закладывались временные пробные площади (не менее 200 деревьев главной породы), где выполнялся по породам сплошной пересчёт деревьев с определёнными диаметра на высоте 1,3 м, высоты (20-25 деревьев). Кроме того, определялись параметры защитного насаждения (ширина, расстояние в ряду и между рядами растений), конструкция, лесоводственно-мелиоративная оценка. Эколого-мелиоративная роль придорожных ценозов изучалась по методикам, используемым в защитном лесоразведении [3, 4].

Результаты исследования и их обсуждение. В практике защитного лесоразведения лесные полосы вдоль дорог в лесоаграрных ландшафтах выполняют не только роль защиты автодорог, создания экологического «буфера» дорога-поле, но и на приводораздельных и присетьевых фондах выполняют как полезащитную, так и противозерозионную роль [7,8]. Насаждения имеют различную структуру, разнообразный ассортимент пород. Их создание выполнялось в разное время, что нашло отражение в особенностях роста, сохранности пород в различных почвенно-гидрологических условиях, где использовались определенные методы и технология создания (табл. 1).

Таблица 1 – Таксационно-мелиоративные показатели защитных лесных насаждений

№ ПП	Схема смещения Число рядов	Порода	Размещение посадочных мест, Ширина, м	Возраст, лет	Густота посадки шт/га	Сохранность, %	Средние		Бонитет	Лесов.-мелиор. оценка насаждений
							диаметр, см	высота, м		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лесостепь, чернозём типичный										
1	Бп-Бп-Бп-Тбз/4	Бп Тбз	<u>3,0x1,0</u> 12,0	30	2500 <u>834</u> 3334	55,9 17,1	20,9 22,5	16,6 19,6	Ia Ia	5a
2	Бп-Тбз-Бп-Тбз-Бп-Тбз/6	Бп Тбз	<u>2,5x1,0</u> 15,0	29	2000 <u>2000</u> 4000	25,7 16,8	19,9 21,6	14,3 15,7	Ia Ia	4б
4	Тбз-Тбз-Тбз-Тбз-Тбз-Тбз/6	Тбз	<u>3,0x1,5</u> 18,0	23	2222	66,5	19,2	16,6	Ia	4a
Степь, чернозём обыкновенный										
5	Акб-Бп-Ко-Бп-Акб/5	Бп Акб Ко	<u>2,5x0,8</u> 12,5	25	2000 2000 <u>1000</u> 5000	62,7 45,3 32,7	15,5 14,2 9,1	14,8 11,1 8,1	Ia I III	5б

6	Тбз-Яз-Яз-Яз- Яз-Акб/ 6	Тбз Яз Акб	<u>2,5x0,7</u> 15,0	20	952 3810 <u>952</u> 5714	73,6 69,3 71,4	14,0 8,6 10,2	12,4 7,0 8,1	Ia II I	46

В придорожной лесополосе, созданной с участием берёзы повислой (Бп) и тополя бальзамического (Тбз) (возраст 30 лет), тополь превосходит берёзу по диаметру на 24 %, высоте на 15,3 %. При этом сохранность выше на 38,8 % у берёзы повислой, что свидетельствует о более устойчивости данной породы, где в долевом участии в схеме смешения она занимает 75 %. Насаждение имеет высокий индекс лесоводственно-лесомелиоративной оценки – 5а, структура изученного биологического объекта в данном возрасте продуваемая.

В ландшафте лесополоса расположена в меридиальном направлении и в качестве дополнительной функции к придорожному ценозу выполняет роль ветроломного полегающего насаждения (пробн. площ. 1).

В возрасте 29 лет исследовано придорожное насаждение шириной 15,0 м представленное тополем бальзамическим и берёзой повислой с первоначальной густотой создания 4000 шт/га растений. Смешение быстрорастущих пород выполнено порядно. Наибольшей сохранностью обладает берёза повислая (25,7 %). Тополь бальзамический по росту в высоту превосходит сопутствующую породу в данном случае на 9,8 %, по диаметру на 8,5 %. Обе породы оцениваются по Ia классу бонитета, где индекс лесоводственно-мелиоративной оценки равен 4б. При этом в насаждении сформировалась продувная структура и она выполняет в лесоаграрном ландшафте дополнительно функцию полегающего характера (пробн. площ. 2).

В условиях степи на чернозёме обыкновенном изучены придорожные ценозы с участием акации белой (Акб), берёзы повислой, клёна остролистного (Ко), ясеня зелёного (Яз) (пробн. площ. 5, 6). Так, в придорожной полосе в возрасте 25 лет (густота растений 5000 шт/га) наибольшая сохранность (62,7 %) определена у берёзы повислой, наименьшая (32,7 %) - у клёна остролистного. При этом в долевом участии в схеме смешения берёза и акация занимают по два ряда. Клен остролистный в силу своих эколого-биологических особенностей имеет самые низкие биометрические показатели роста по диаметру (9,1 см) и высоте (8,6 м). Наибольший рост по названным параметрам выявлен у берёзы повислой (соответственно 15,5 см и 14,8 м). Бонитероочный показатель продуктивности подтверждает вышеприведенные закономерности.

Защитное насаждение в лесоводственно-мелиоративном отношении имеет высокий показатель оценки (5а).

В лесной полосе, созданной из ясеня зелёного, тополя бальзамического и акации белой (ширина 15,0 м) в возрасте 19 лет сохранность пород составляет 69,3-73,6 %. В показателях роста по высоте и диаметру с учётом ранжирования на первом месте тополь, затем акация и далее ясень зелёный. Изменения по среднему диаметру составляют 8,6-14,0 см, средней высоте 8,1-12,4 м. Оценка в лесоводственно-мелиоративном отношении насаждения – 4б, где из-за самосева ясеня сформировалась плотная структура.

Придорожные лесные полосы обладают значительным потенциалом в изменении экологических условий прилегающих агротерриторий. В зимний период защитные насаждения способствуют перераспределению снежного покрова. Задерживая определенные объемы снега, они выполняют роль буфера, когда полотно автодорог остается с минимальным снежным покрытием. Кроме того, на прилегающих полях агротерриторий отмечается равномерное снегораспределение на расстоянии до 15-20 Н (высот), что в весеннее время образует дополнительный запас почвенной влаги из снеговой воды.

В вегетационный период лесные полосы защищают прилегающие территории от негативных выбросов автотранспорта и кроме того способствуют формированию особого микроклимата на расстоянии до 20-25 Н (высот) от насаждений. Отмечается заметное повышение относительной влажности воздуха (3-6 %), снижение его температуры (0,3-0,9°C), снижение температуры поверхностного слоя почвы (0,5-1,1°C). Такие различия проявляются по разному в течение времени суток. Наибольшее влияние отмечается в полуденные часы и во второй половине дня. В приполосных зонах от влияния линейных защитных насаждений увеличивается целлюлозоразрушающая, ферментивная активность в поверхностном слое почвы.

Заключение

Защитные насаждения вдоль дорог автомобильного и другого транспорта представляют собой линейные биологические объекты, созданные с участием древесных пород и кустарников, где подбор ассортимента осуществлен с учетом природно-климатических факторов. При создании, в основном, применялось размещение растений 1,5-3,0x0,7-1,5 м в зависимости от

породного состава, где имеет место старовозрастных насаждений с участием дуба черешчатого, выращенных квадратно-гнездовым методом. Для средневозрастных лесных полос с участием быстрорастущих пород характерны сохранность 16,8-21,4 %, средний диаметр 14,2-22,5 см, средняя высота 11,1-19,6 м, что связано с почвенными условиями и зональными особенностями, подбором пород и агротехническими параметрами выращивания. Защитные насаждения улучшают экологические условия, формируют особый микроклимат, что важно учитывать при совершенствовании автодорожного функционирования.

Список литературы

1. Агроэкологическая роль лесных полос в преобразовании ландшафтов (на примере Каменной Степи) : монография / В. И. Турусов [и др.]. – Каменная Степь, 2012. - 191 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
3. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов - М. : ВАСХНИЛ, 1985. -112 с.
4. Михин, В. И. Лесомелиорация ландшафтов : монография / В. И. Михин. - Воронеж, 2006. - 127 с.
5. Mikhin, V. I. Forest reclamation complexes in the Central Black Earth Region of Russia / V. I. Mikhin, E. A. Mikhina, V. V. Mikhina // BIO Web of Conferences. - 2024. - Vol. 145. - 01011. - DOI: 10.1051/bioconf/202414501011.
6. Основы инженерной биологии с элементами ландшафтного проектирования : учебное пособие ; под. ред. проф. Ю.И. Сухоруких. - Майкоп. - М. : Товарищество науч. изд. КМА, 2006. - 281 с.
7. Проездов, П. Н. Агролесомелиорация : учебное пособие ; под. ред. проф. П.Н. Проездова; ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ».- Саратов, 2008. – 668 с.
8. Шаталов, В. Г. Лесные мелиорации : учебник / В. Г. Шаталов ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ВГЛТА». - 3-е изд. стер. - Воронеж, 2020. - 220 с.

References

1. The Agroecological Role of Forest Belts in Landscape Transformation (using Kamennaya Steppe as an Example): monograph / V. I. Turusov [et al.]. - Kamennaya Steppe, 2012. - 191 p.
2. Dospekhov, B. A. Methodology of Field Experiments (with Basics of Statistical Processing of Research Results) / B. A. Dospekhov. - Moscow: Agropromizdat, 1985. - 351 p.
3. Methodology of Systematic Studies of Forest-Agricultural Landscapes - Moscow: VASKhNIL, 1985. - 112 p.
4. Mikhin, V. I. Forest Reclamation of Landscapes : monograph / V. I. Mikhin. - Voronezh, 2006. - 127 p.
5. Mikhin, V. I. Forest reclamation complexes in the Central Black Earth Region of Russia / V. I. Mikhin, E. A. Mikhina, V. V. Mikhina // BIO Web of Conferences. - 2024. - Vol. 145. - 01011. - DOI: 10.1051/bioconf/202414501011.
6. Fundamentals of Engineering Biology with Elements of Landscape Design textbook ; edited by prof. Yu. I. Sukhorukikh. - Maykop. - Moscow: Partnership of Scientific Publishing House of KMA, 2006. - 281 p.
7. Proezdov, P. N. Agroforestry : textbook ; edited by prof. P. N. Proezdov; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Saratov State Agricultural University". - Saratov, 2008. - 668 p.
8. Shatalov, V. G. Forest Melioration : textbook / V. G. Shatalov ; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "VGFLTA". - 3rd ed. stereo. - Voronezh, 2020. - 220 p.

СОСТОЯНИЕ ДРЕВОСТОЕВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В УСЛОВИЯХ ШИПОВА ЛЕСА НА СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВАХ

Нартова И.М., аспирант, ассистент, каф. лесной генетики,
биотехнологии и физиологии растений

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Попова А.А., д. с.-х. н., профессор, заведующая кафедрой лесной
генетики, биотехнологии и физиологии растений

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Солонцовые почвы в лесостепной зоне встречаются локально и формируют участки с неблагоприятными эдафическими условиями, характеризующимися щёлочной реакцией среды и нарушенным водным режимом. В пределах таких участков возможно формирование ослабленных древостоев древесных пород. Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) является основной лесообразующей породой региона и произрастает на почвах различного типа, включая чернозёмные и солонцеватые.

Цель исследования – оценить влияние солонцовых почв на рост и состояние древостоев дуба черешчатого в Шиповом лесу Воронежской области. Оценка проводилась на пробных площадях, расположенных на различном удалении от солонцовой поляны, по основным таксационным показателям.

Установлено, что на пробных площадях №1, №3 и №4, приуроченных к участкам с признаками солонцеватости почв, средний диаметр дуба черешчатого составил 27,6 см (ПП №1), 26,7 см (ПП №3) и 27,0 см (ПП №4); средняя высота – 13,6 м, 18,0 м и 18,2 м соответственно; запас древостоя – 230, 215 и 236 м³/га. Продуктивность насаждений соответствует III–IV классам бонитета.

Сопоставление таксационных показателей свидетельствует о формировании менее продуктивных древостоев в условиях солонцеватых почв по сравнению с участками, характеризующимися более благоприятными эдафическими условиями.

Ключевые слова: дуб черешчатый, солонцовые почвы, рост древостоев, лесостепь, Шипов лес.

CONDITION OF PEDUNCULATE OAK STANDS IN THE SHIPOV FOREST ON SOLONETZ SOILS

Nartova I.M., Postgraduate Student, Assistant, Department of Forest Genetics, Biotechnology and Plant Physiology
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Russia, Voronezh

Popova A.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the
Department of Forest Genetics, Biotechnology and Plant Physiology
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Russia, Voronezh

Abstract. Solonetz soils occur locally within the forest-steppe zone and form areas characterized by unfavorable edaphic conditions, including alkaline reaction and disturbed water regime. Such conditions may contribute to the formation of weakened forest stands. Pedunculate oak (*Quercus robur* L.) is the principal forest-forming species of the region and grows on various soil types, including chernozem and solonetz soils.

The aim of the study was to assess the influence of solonetz soils on the growth and condition of pedunculate oak stands in the Shipov Forest (Voronezh Region). The assessment was carried out on sample plots located at different distances from a solonetz clearing based on main forest inventory parameters.

On sample plots No. 1, No. 3 and No. 4, associated with soils showing signs of solonetz features, the mean diameter of pedunculate oak was 27.6 cm (Plot No. 1), 26.7 cm (Plot No. 3) and 27.0 cm (Plot No. 4); mean height was 13.6 m, 18.0 m and 18.2 m, respectively; growing stock amounted to 230, 215 and 236 m³/ha. Stand productivity corresponded to site quality classes III–IV.

Comparison of forest inventory indicators suggests the formation of less productive stands under solonetz soil conditions compared with areas characterized by more favorable edaphic conditions.

Keywords: pedunculate oak, solonetz soils, stand growth, forest-steppe, Shipov Forest.

Введение. Засоление почв относится к числу наиболее неблагоприятных экологических факторов, ограничивающих рост и развитие растительных сообществ [4]. Солонцовые почвы формируются в результате накопления водорастворимых солей по всему почвенному профилю и характеризуются высокой щёлочностью ($\text{pH} > 8$), плотной структурой, слабой аэрацией и низкой водопроницаемостью [6]. Совокупность этих свойств создаёт крайне неблагоприятные условия для большинства растений и затрудняет формирование устойчивых фитоценозов.

Проблема засоления почв носит глобальный характер. По современным оценкам, площади засоленных земель в мире превышают 1 млрд га и приурочены преимущественно к засушливым и полузасушливым регионам, включая Индию, Китай, Австралию и США [11]. В Российской Федерации площадь засоленных почв составляет более 50 млн га, что соответствует около 3 % территории страны. Наиболее широко они распространены в южных, юго-восточных и лесостепных регионах с сезонным климатом и выраженным дефицитом влаги [10].

В условиях лесостепной зоны солонцовые почвы часто формируются в мозаике с чернозёмами и каштановыми почвами, создавая контрастные почвенные условия в пределах сравнительно небольших территорий [3]. В большинстве случаев их образование носит естественный характер и связано с капиллярным подъёмом засоленных грунтовых вод, недостаточным дренажем, интенсивным испарением и особенностями геологического строения, способствующими аккумуляции ионов Na^+ , Mg^{2+} и Ca^{2+} в верхних горизонтах почвы [2]. Подобные процессы типичны для Окско-Донской низменности, включая территорию Воронежской области [3].

Шипов лес является характерным примером территории с выраженной почвенной мозаичностью, где широко распространены солонцовые поляны. Для этих участков типичны разреженные древостои с пониженной

сомкнутостью крон и преобладанием деревьев с ослабленным состоянием [3]. Солонцовая поляна Шипова леса имеет статус памятника природы регионального значения, что подчёркивает её высокую природоохранную и научную ценность.

В условиях лесостепи солонцовые почвы оказывают неблагоприятное влияние на рост и состояние дубрав: нарушение водно-солевого режима приводит к угнетению ростовых процессов, снижению продуктивности древостоев и ухудшению их санитарного состояния [9]. Вместе с тем особенности формирования и функционирования дубрав на солонцовых почвах в природных насаждениях остаются изученными недостаточно, что определяет актуальность настоящего исследования.

Цель исследования является оценка влияния солонцовых почв на рост и состояние древостоев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в условиях Шипова леса.

Объекты и методы исследования. Исследования проводились на территории Шипова леса, расположенного в Воронежской области, в пределах Красного участкового лесничества (квартал 34, выделы 10, 15 и 16).

Для оценки влияния солонцовых почв на рост и состояние дубрав были заложены пробные площади, расположенные на различном удалении от солонцовой поляны, что позволило рассматривать почвенные условия как экологический градиент.

На пробных площадях выполнялось таксационное описание древостоев с определением основных таксационных показателей: диаметра деревьев, высоты, полноты и запаса древостоя общепринятыми методами лесной таксации [8].

Для анализа данных рассчитывались средние значения основных таксационных показателей.

Схематическое расположение пробных площадей относительно солонцовой поляны представлено на рисунке 1.

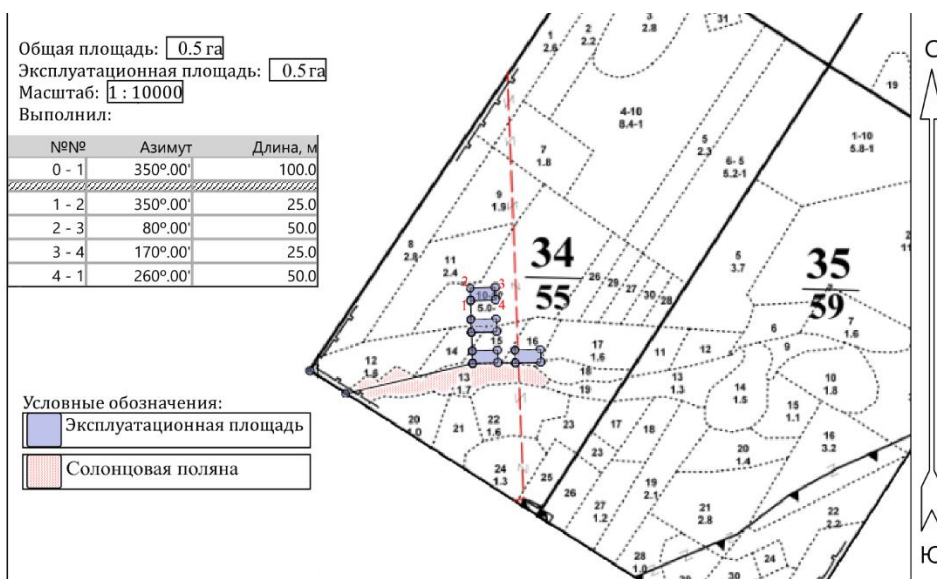


Рисунок 1 - Схема размещения пробных площадей в Шиповом лесу относительно солонцовой поляны

Для характеристики почвенных условий на исследуемых участках были отобраны образцы почвы. Физико-химический анализ образцов почв проводился в лаборатории НИИ «Инновационных технологий и лесного комплекса» ВГЛТУ. Определялись актуальная кислотность (рН), удельная электропроводность, зольность подстилки, содержание общего углерода и азота. рН и электропроводность измеряли в водной вытяжке (1:5) в соответствии с ГОСТ 26423-85.

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведённых исследований установлено, что таксационные показатели древостоев дуба черешчатого в Шиповом лесу существенно различаются в зависимости от почвенных условий и расположения пробных площадей относительно солонцовой поляны. Влияние почвенного стресса на продуктивность дуба ранее отмечалось А. И. Милениным [7], который указывает на угнетение роста древесных пород в условиях неблагоприятных эдафо-орографических факторов.

Обобщённые данные по основным таксационным показателям представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние таксационные показатели пробных площадей в Шиповом лесу

Показатели	№ пробной площади		
	1	3	4
Квартал / выдел	34 / 10	34/15	34/16
Площадь, га	0,125	0,125	0,125
Состав	8Дч 1Кло 1Яс+Лп	4Дч 2Яс 2Кло + 2Клп	8Дч 1Кл + Яс
Число деревьев, шт.	49	65	60
ТЛУ/бонитет	Д ₂ / III	Д ₂ / IV	Д ₁ / IV
Средний возраст, лет	100	100	100
Происхождение	Порослевое	Порослевое	Порослевое
Диаметр, см (среднее± стандартная ошибка)	27,6 ±1,33	26,7 ±1,48	27,1 ±0,77
Высота, м (среднее ± стандартная ошибка)	13,6 ±0,53	18,0±0,5	18,2 ±0,30
Категория санитарного состояния (среднее)	3	3	2
Полнота	0,7	0,6	0,7
Запас, м ³ /га	230	215	236

Пробная площадь №1 характеризуется средним диаметром 27,6 см, высотой 13,6 м и запасом 230 м³/га при бонитете III класса. На ПП №3 при сходных значениях диаметра (26,7 см) отмечается более высокая средняя высота (18,0 м), однако запас древостоя ниже (215 м³/га), что соответствует IV классу бонитета и может быть связано с пониженной полнотой (0,6) и особенностями почвенного режима [6].

Пробная площадь №4 отличается несколько лучшими показателями санитарного состояния (2 категория) и более высоким запасом (236 м³/га) при сходных диаметрах и высотах. Это может свидетельствовать о менее выраженном влиянии почвенного стресса и более благоприятных эдафических условиях. По данным Ширнина В. К. и Крюковой С. А. [5], продуктивность и устойчивость дубрав тесно связаны с типом местообитаний и режимом увлажнения, что согласуется с результатами настоящего исследования.

Для оценки почвенного режима на исследуемых участках был проведён анализ верхних горизонтов почвы по ряду показателей: рН, электропроводность

водной вытяжки, солесодержание, содержание углерода и азота, зольность, а также соотношение C:N. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели кислотности, электропроводности, солесодержания и элементного состава почв на исследуемых участках

Образец	pH	Электро- провод- ность водной вытяжки (мк См)/см	Солесо- держа- ние, C_{NaCl} , мг/кг	Содержа- ние углерода, %	Содерж- ание азота, %	Соотно- шение C:N	Золь- ность, %
Поляна, почва	8,01	345,9	830,2	1,23	0,12	10,25	-
Край поляны, почва	6,99	185,3	444,7	1,95	0,08	24,38	-
ПП-1, почва	6,5 ± 0,19	128,5 ± 16,47	308,3 ± 39,54	4,2 ± 0,27	0,28 ± 0,02	15,1 ± 0,78	-

Анализ физико-химических показателей почв (таблица 2) свидетельствует о выраженном градиенте засоления на исследуемой территории. На солонцовой поляне зафиксированы максимальные значения электропроводности водной вытяжки (345,9 мкСм/см) и содержания водорастворимых солей ($NaCl$ – 830,2 мг/кг) при щелочной реакции среды (pH 8,01).

На краю поляны отмечается снижение показателей засоления (электропроводность – 185,3 мкСм/см; $NaCl$ – 444,7 мг/кг), что отражает переходную зону.

Почва пробной площади № 1 характеризуется ещё более низкими значениями электропроводности (128,5 мкСм/см) и содержания солей (308,3 мг/кг) при слабокислой реакции среды (pH 6,5), что свидетельствует об ослаблении влияния солонцового процесса по мере удаления от поляны.

Полученные данные подтверждают наличие экологического градиента засоления, оказывающего влияние на условия произрастания дуба черешчатого и формирование таксационных показателей древостоев.

Заключение. Таким образом, результаты проведённого исследования показали, что рост и состояние древостоев дуба черешчатого в условиях солонцов Шипова леса зависят от степени

почвенного засоления. Наблюдается снижение диаметра, высоты и запаса древостоя, а также формирование более разреженных насаждений на участках, приуроченных к солонцовой поляне. Установлено, что по мере удаления от солонцовой поляны и перехода к менее засоленным почвам улучшаются ростовые показатели и санитарное состояние древостоев: средняя высота деревьев увеличивается примерно в 1,3 раза, диаметр – в 1,1 раза по сравнению с насаждениями, расположенными на солонцовых участках.

Почвенные условия солонцовых участков характеризуются щелочной реакцией среды, повышенным содержанием натрия, что приводит к нарушению водного режима и снижению доступности влаги для корневой системы растений. Несмотря на относительную устойчивость дуба черешчатого к неблагоприятным условиям, его рост и продуктивность в таких местообитаниях остаются ограниченными.

Список литературы

1. Бугаев, В. А. Дубравы лесостепи / В. А. Бугаев, А. Л. Мусиевский, В. В. Царалунга ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Воронежская государственная лесотехническая академия. – Воронеж, 2013. – 247 с. – ISBN 978-5-7994-0559-5. – EDN RENOXX.
2. Елизаров, Н. В. Современный гидроморфизм солонцов лесостепной зоны Западной Сибири / Н. В. Елизаров, В. В. Попов, Н. В. Семендяева // Почвоведение. – 2020. – № 12. – С. 1451–1459. – DOI: 10.31857/S0032180X20120059.
3. Завидовская, Т. С. О распространении солонцовых полей на территории лесных массивов лесостепи Окско-Донской низменности / Т. С. Завидовская // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2024. – № 4. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-rasprostranении-solontsovyh-polyan-na-territorii-lesnyh-massivov-lesostepi-oksko-donskoy-nizmennosti> (дата обращения: 28.04.2025).
4. Засоление почвы и его влияние на растения / В. В. Иванищев, Т. Н. Евграшкина, О. И. Бойкова, Н. Н. Жуков // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2020. – № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zasolenie-pochvy-i-ego-vliyanie-na-rasteniya> (дата обращения: 04.02.2026).

5. Крюкова, С. А. Плодоношение дубрав и плюсовых деревьев дуба черешчатого / С. А. Крюкова, В. К. Ширнин // Лесотехнический журнал. – 2016. – № 2 (22). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/plodonoshenie-dubrav-i-plyusovyh-dereviev-duba-chereshchatogo> (дата обращения: 28.01.2026).

6. Макарычев, С. В. Солончаки и солоди: свойства, возможность мелиорации / С. В. Макарычев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 6 (176). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/solonchaki-i-solodi-svoystva-vozmozhnost-melioratsii> (дата обращения: 28.01.2026).

7. Миленин, А. И. Влияние эдафо-орографических факторов на фенологическую структуру солонцовых дубрав / А. И. Миленин // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – 2015.

–
Т. XVIII. – С. 49–52. – EDN VDEDNF.

8. Приказ Минприроды РФ от 05.08.2022 № 510 «Об утверждении Лесоустроительной инструкции». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/351878696>.

9. Харченко, Н. Н. Мелиоративная роль дубрав центральной лесостепи / Н. Н. Харченко, Н. А. Харченко, А. Б. Ахтырцев // Лесотехнический журнал. – 2014. – № 1 (13). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/meliorativnaya-rol-dubrav-tsentralnoy-lesostepi> (дата обращения: 17.05.2025).

10. Pankova E. I. Salt-affected soils of Russia: solved and unsolved problems // Eurasian Soil Science. – 2015. – Vol. 48. – P. 115–127. – DOI: 10.1134/S106422931502009X.

11. Zhou Shi, Wang N., Chen S. et al. Soil salinization trend from 2003 to 2022 across the globe in response to climate change. – Research Square, 2024. – Preprint (Version 1). – DOI: 10.21203/rs.3.rs-4315402/v1.

References

1. Bugaev V. A., Musievsky A. L., Tsaralunga V. V. Oak forests of the forest-steppe zone. Voronezh: Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 2013. 247 p. ISBN 978-5-7994-0559-5. EDN RENOXX.

2. Elizarov N. V., Popov V. V., Semendyaeva N. V. Modern hydromorphism of solonetz soils in the forest-steppe zone of Western Siberia. *Eurasian Soil Science*. 2020. No. 12. Pp. 1451–1459. DOI: 10.31857/S0032180X20120059.
3. Zavidovskaya T. S. Distribution of solonetz clearings within forest massifs of the forest-steppe zone of the Oka–Don Lowland. *Phytodiversity of Eastern Europe*. 2024. No. 4. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-rasprostranении-solontsovyh-polyan-na-territorii-lesnyh-massivov-lesostepi-oksko-donskoy-nizmennosti> (accessed: 28 April 2025).
4. Ivanishchev V. V., Evgrashkina T. N., Boykova O. I., Zhukov N. N. Soil salinization and its impact on plants. *Proceedings of Tula State University. Earth Sciences*. 2020. No. 3. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/zasolenie-pochvy-i-ego-vliyanie-na-rasteniya> (accessed: 4 February 2026).
5. Kryukova S. A., Shirnin V. K. Fruiting of oak stands and plus trees of pedunculate oak. *Forestry Engineering Journal*. 2016. No. 2 (22). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/plodonoshenie-dubrav-i-plyusovyh-dereviev-dubachereshchatogo> (accessed: 28 January 2026).
6. Makarychev S. V. Solonchaks and solods: properties and reclamation potential. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2019. No. 6 (176). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/solonchaki-i-solodi-svoystva-vozmozhnost-melioratsii> (accessed: 28 January 2026).
7. Milenin A. I. Influence of edapho-orographic factors on the phenological structure of solonetz oak forests. *Fruit Growing, Seed Production and Introduction of Woody Plants*. 2015. Vol. XVIII. Pp. 49–52. EDN VDEDNF.
8. Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation dated 05.08.2022 No. 510 “On approval of the Forest Management Instructions”. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/351878696>.
9. Kharchenko N. N., Kharchenko N. A., Akhtyrsev A. B. Reclamation role of oak forests in the central forest-steppe. *Forestry Engineering Journal*. 2014. No. 1 (13). Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/meliorativnaya-rol-dubrav-tsentralnoy-lesostepi> (accessed: 17 May 2025).
10. Pankova E. I. Salt-affected soils of Russia: solved and unsolved problems. *Eurasian Soil Science*. 2015. Vol. 48. Pp. 115–127. DOI: 10.1134/S106422931502009X.
11. Zhou Shi, Wang N., Chen S. et al. Soil salinization trend from 2003 to 2022 across the globe in response to climate change. Research Square, 2024. Preprint (Version 1). DOI: 10.21203/rs.3.rs-4315402/v1.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ГУСТОТЫ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ ПОРОСЛИ ПРИ ЗАРАСТАНИИ ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Платонов А.А., к. т. н., доцент каф. механизации лесного хозяйства
и проектирования машин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Удаление с территорий линейных объектов инфраструктуры нежелательных деревьев и кустарников нередко осуществляется без учета видового состава произрастающей растительности, что приводит к снижению качества выполнения работ. Целью исследования являлась опытно-производственная проверка методики оценки качества и эффективности удаления растительности. Приводятся сведения о характеристиках выбранного участка для такой проверки, применяемом оборудовании, видовом составе нежелательной растительности. Выявлено, что после удаления поросли (доля 98,07 % – клён ясенелистный) осуществляется быстрое зарастание ранее расчищенного участка, показана степень зарастания в динамике и распределение доминирования видов. Сформулирован вывод о применимости разработанной методики.

Ключевые слова: нежелательная растительность, зарастание, удаление, густота, методика, доминирование вида, качество.

PRACTICAL IMPLEMENTATION OF THE METHOD FOR ASSESSING THE DENSITY OF UNWANTED GROWTH DURING OVERGROWTH OF INFRASTRUCTURE FACILITIES

Platonov A.A., PhD in Technical, Associate Professor at the Department
of Forestry Mechanization and Machine Design Voronezh State University

Abstract. Removal of unwanted trees and shrubs from linear infrastructure facilities is often carried out without regard for the species composition of the growing vegetation, which leads to a decrease in the quality of the work. The aim of the study was to pilot-test a method for assessing the quality and effectiveness of vegetation removal. Information is provided on the characteristics of the selected site for this test, the equipment used, and the species composition of the unwanted vegetation. It was found that after removing the undergrowth (98.07 % of which was box elder), the previously cleared area rapidly regenerates. The degree of overgrowth dynamics and the distribution of species dominance are shown. A conclusion is drawn regarding the applicability of the developed method.

Keywords: unwanted vegetation, overgrowth, removal, density, method, species dominance, quality.

Введение. В ходе нормативно-технического содержания целого ряда линейных объектов инфраструктуры (ЛИО, в частности – полос отвода железных дорог) выполняются работы по удалению с их территорий нежелательной древесно-кустарниковой растительности (НДКР). Такие работы зачастую осуществляются без учета видового состава произрастающей растительности, что приводит к снижению качества очистки территорий и последующему быстрому самовозобновлению растительности. В рамках выполнения диссертационного исследования нами была разработана «Методика оценки качества и эффективности выполнения работ по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий линейных инфраструктурных объектов».

Целью исследования являлась опытно-производственная проверка методики оценки качества и эффективности выполнения работ по удалению нежелательной растительности.

Материал и методы исследования. Для реализации оставленной цели была составлена программа проведения экспериментальных исследований по оценке видового разнообразия НДКР, произрастающей на территориях ЛИО.

Для проведения указанной проверки необходимо было выбрать участок ЛИО, отвечающий не только всем указанным в Методике критериям выбора

участка линейного инфраструктурного объекта, но и дополнительному критерию, в соответствии с которым на территории планируемого участка в период проверки должно было осуществляться удаление произрастающей НДКР. В соответствии с этим для опытно-производственной проверки означенной Методики был выбран участок на полигоне Юго-Восточной железной дороги на железнодорожной линии 1 класса с преимущественно пассажирским движением Отрожка – Усмань (Сомово, 574 км, пикеты №№ 4, 5, 6).

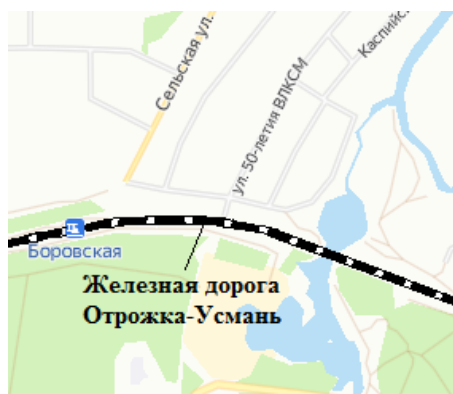


Рисунок 1 – Участок исследований видового разнообразия
нежелательной древесно-кустарниковой растительности

Укрупнённо программа проведения опытно-производственной проверки Методики включала в себя выявление качественных (видового состава) и количественных (высоты и диаметра пеньков срезанных экземпляров НДКР, а также их количества) характеристик растительности.

На территории данного участка 18 июня 2021 г. силами работников Юго-Восточной дирекции инфраструктуры осуществлялось удаление произрастающей НДКР на откосах балластной призмы путём сплошного её срезания ручными кусторезами (рис. 2, а), при этом визуальное покрытие нежелательной растительности было образовано клёном ясенелистным с незначительными включениями нескольких других видов НДКР.

Опытно-производственная проверка «Методики оценки качества и эффективности выполнения работ ...» по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территории участка Отрожка – Усмань (Сомово, 574 км, пикеты №№ 4, 5, 6) осуществлялась 19-22 июня 2021 г.

Результаты исследования и их обсуждение. В процессе проверки были выявлены следующие характеристики исследуемого участка: очищаемая от нежелательной растительности поверхность – склон балластной призмы и полоса отвода, протяжённость 230 м, ширина



Рисунок 2 – Степень зарастания участка полосы отвода железной дороги
Отрожка – Усмань

полосы отвода 26 м, площадь обследуемого участка 5980 м², общая площадь удаления растительности заявленная организацией-исполнителем работ 920 м², участок прямой, двухпутный, прямолинейный, высота насыпи 2 м, обратное направление движения, рельсошпальная решётка выполнена из железобетонных шпал с количеством шпал $n_{шп} = 1840$ шпал/1 км, преобладающая температура времени обследования – 25⁰С, расстояние до ближайшего населённого пункта 300 м.

Принятый метод определения характеристик нежелательной растительности: глазомерно-измерительный, форма учётных площадок – прямоугольная, площадь учётных площадок $S_{уп} = 1.0$ м² (размеры 0,692×1,445 м), расположение закладываемых учётных площадок – без интервалов ($n_{инт}^{ндкр} = 0$), предварительное количество учётных площадок 320 шт., планируемое расстояние обследования 221 м, предварительная контрольная площадь обследуемого участка 320 м².

Для измерения количественных характеристик нежелательной растительности (высоты и диаметра пеньков срезанных экземпляров НДКР) применялся штангенинструмент с диапазоном измерений 0...250 мм и предельной погрешностью измерений ± 0,05 мм.

Результаты исследования выявили преимущественное (а фактически – единственное: доля 98,07%) произрастание клёна ясенелистного (*Acer negundo* L.) с единичными включениями ивы плакучей (*Salix babylonica* L.), клёна остролистного (*Acer platanoides* L.) и ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), доля которых [1] по обследованному участку составила соответственно 0.59 %, 0.89 % и 0.45 %. В соответствии с рассмотренными нами в [2] показателями степени зарастания $K_{ндкр}$ нежелательной древесно-кустарниковой растительностью территорий линейных инфраструктурных объектов при среднем диаметре ствола 1...3 см и средней высоте 1...4 м указанная растительность на данном участке «обеспечила» густую степень зарастания ($K_{ндкр} = 24517$ шт./1 га).

По окончании удаления НДКР на откосах балластной призмы нами был организован ее мониторинг. Через три недели срезанная растительность дала большое количество корневых отпрысков, а выполненное нами через несколько дней в соответствии с Методикой обследования территории указанного участка выявило следующие геометрические размеры экземпляров нежелательной растительности: средний диаметр ствола 0,28 см и средняя высота 0,34 м при количестве экземпляров НДКР $K_{ндкр} = 8431$ шт./1 га, что (согласно рассмотренным нами в [2] показателям степени зарастания территорий ЛИО) соответствует очень мелкому кустарнику при редкой густоте его произрастания.

Через шесть недель после очистки территории указанного участка от НДКР нами было проведено повторное выявление характеристик произрастающей на рассматриваемом участке нежелательной растительности, при этом средние геометрические размеры диаметра её ствола (0,71 см) и высоты (0,85 м), а также количества экземпляров НДКР ($K_{ндкр} = 14211$ шт./1 га) согласно [2] соответствовали мелкой нежелательной растительности при средней степени зарастания обследованного участка.

Через два месяца после очистки территории указанного участка от НДКР нами было организовано третье определение качественных и количественных характеристик НДКР на территории данного участка. Результаты обследования выявили преимущественное (а фактически – единственное: доля 91,48 %, индекс доминирования Паляя-Ковнацки $D_{PK} = 87,8554$ [3]) произрастание

клёна ясенелистного (рис. 3). Ввиду того, что данный вид НДКР относится к весьма быстрорастущим (≥ 2 м/год) видам растительности, что и обусловило его наличие и бурное развитие корневыми отпрысками на указанной территории после проведённой её очистки, нами были выявлены в процессе обследования следующие геометрические размеры экземпляров клёна ясенелистного: средний диаметр ствола 1,15 см и средняя высота 1,47 м. Согласно рассмотренными нами в [2] показателям степени зарастания нежелательной древесно-кустарниковой растительностью территорий линейных инфраструктурных объектов указанные размеры соответствовали средним размерам НДКР, что в свою очередь, при выявленном нами количестве экземпляров нежелательной древесно-кустарниковой растительности $K_{ндкр} = 23403$ шт./1 га, обусловило густую степень зарастания обследованного участка.

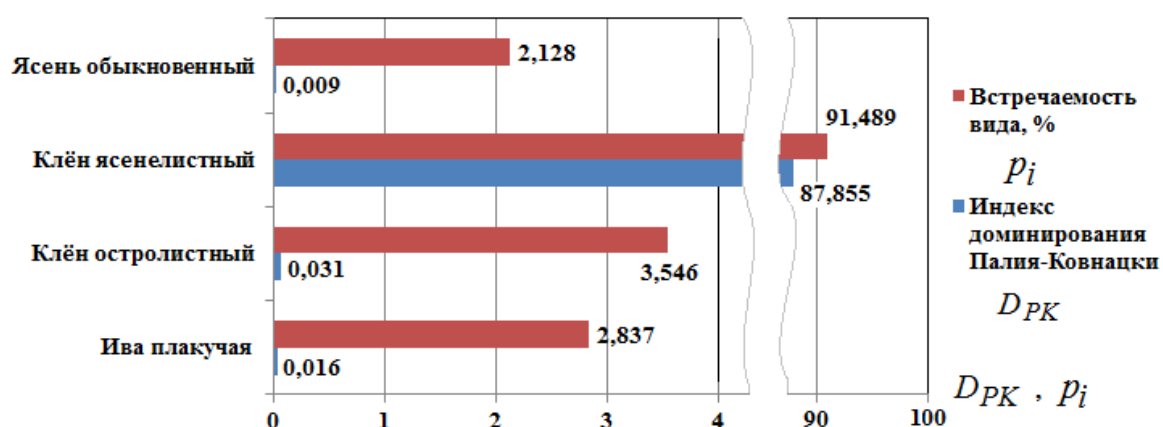


Рисунок 3 – Распределение доминирования видов нежелательной растительности на экспериментальном участке полосы отвода железной дороги Отрожка – Усмань

Таким образом, через два месяца после очистки территории от древесно-кустарниковой растительности исследуемый участок вновь зарос нежелательной порослью.

Для обоснования неэффективности принятой технологии работ осуществлялся сравнительный анализ показателей оценки качества и эффективности выполнения работ по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территории обследуемого участка полосы отвода железной дороги. Сравнительные показатели методик обследования, выявленные в ходе опытно-производственной проверки, приведены в табл. 1.

Созданная для опытно-производственной проверки комиссия выявила, что проверяемая «Методика оценки качества и эффективности выполнения работ по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий линейных инфраструктурных объектов» (полос отвода железных дорог) по сравнению с действующей методикой обследования древесно-кустарниковой растительности позволила вынести обоснованное и объективное суждение об охвате площади воздействия на нежелательную растительность организацией-исполнителем работ, о степени густоты нежелательной растительности на обследуемой территории, а также о ряде организационных, технологических и производственных факторах, влияющих на общее качество удаления нежелательной растительности.

Таблица 1 – Сравнительные показатели методик обследования

Наименование показателей	Единица измерения	Опытная методика оценки качества работ удаления НДКР	Действующая методика обследования НДКР
1. Состав древостоя (состав НДКР)	%	90 % Клён ясенелистный, 10 % Вяз мелколистный	
2. Охват площади воздействия на НДКР	%	96,7	—
3. Коэффициент площади контрольного обследования	%	35,3	—
4. Количество экземпляров НДКР	шт./ 1 га	215	—
5. Степень непроектного покрытия (сомкнутость НДКР)	%	3,77	1,07
6. Степень соответствия требований к критериям оценки качества и эффективности выполненных мероприятий по удалению НДКР	%	85,7	—
7. Заключение о степени соответствия обследованного участка нормативно-техническому состоянию	—	соответствует	—

Выводы

Проверенная в производственных условиях методика оценки качества и эффективности выполнения работ по удалению нежелательной древесно-

кустарниковой растительности с территорий линейных инфраструктурных объектов (полос отвода железных дорог) обеспечивает:

– более точное (3,3...3,7 раза) определение степени непроектного покрытия нежелательной растительностью обследуемой территории при отсутствии субъективности в формируемом суждении о нормативном (не нормативном) состоянии обследуемой территории в части отсутствия (наличия) нежелательной растительности;

– реализацию комплекса организационных и технологических вопросов для эффективной оценки качества выполненных работ по удалению нежелательной растительности;

– возможность мониторинга за текущим состоянием территорий линейных инфраструктурных объектов.

Список литературы

1. Биологический энциклопедический словарь / под ред. М. С. Гилярова. – М. : Сов. энциклопедия, 1989. - 864 с.

2. Платонов, А. А. Обоснование новых показателей степени зарастания нежелательной древесно-кустарниковой растительностью территорий линейных инфраструктурных объектов / А. А. Платонов // Современный лесной комплекс страны: инновационные разработки и прогрессивные технологии: материалы Всероссийской научно-практической конференции ; ВГЛТУ. – Воронеж, 2025. – С. 192-200. – DOI: 10.58168/MFCC2025_192-200.

3. Kownacki A. Taxocens of Chironomidae in streams of the Polish High Tatra Mts / A. Kownacki // Acta hydrobiologica. – 1971. – Vol. 13 (№ 4). – pp. 5-6.

References

1. Biological Encyclopedic Dictionary / edited by M. S. Gilyarov. – Moscow : Sov. Encyclopedia, 1989. - 864 p.

2. Platonov, A. A. Justification of New Indicators of the Degree of Overgrowth of Linear Infrastructure Facilities with Undesirable Trees and Shrubs / A. A. Platonov // The Modern Forest Complex of the Country: Innovative Developments and Progressive Technologies: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference ; VSUFT. – Voronezh, 2025. - pp. 192-200. – DOI: 10.58168/MFCC2025_192-200.

3. Kownacki A. Taxocens of Chironomidae in streams of the Polish High Tatra Mts / A. Kownacki // Acta hydrobiologica. – 1971. – Vol. 13 (№ 4). – pp. 5-6.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИДОВОГО
СОСТАВА НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ
РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ ВДОЛЬ
ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ**

Платонов А.А., к. т. н., доцент каф. механизации лесного хозяйства
и проектирования машин

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. При формировании защитных лесных насаждений возникает проблема последующего самопроизвольного размножения деревьев и кустарников. Целью исследования являлось определение видового состава нежелательных растительных сообществ, формирующихся на территориях линейных лесных объектов. Выполнен анализ распределения встречаемости видов растительности, произрастающей на исследованных участках. Показано, что на участках полос отвода железных дорог (и линий электропередачи) встречаемость вида клён ясенелистный 33 % (25 %), вяз приземистый 15 %, около 36 % всех выявленных видов имеют склонность к последующему возобновлению пневой порослью. Сформулирован вывод об общей неэффективности существующих технологических процессов удаления нежелательной растительности.

Ключевые слова: нежелательная растительность, зарастание, удаление, густота, методика, доминирование вида, качество.

**EXPERIMENTAL STUDIES OF THE SPECIES COMPOSITION
OF UNWANTED WOODY AND SHRUBBY VEGETATION
GROWING ALONG LINEAR OBJECTS**

Platonov A.A., PhD in Technical, Associate Professor at the Department

Abstract. When forest industry enterprises establish protective forest plantations, the problem of subsequent spontaneous propagation of trees and shrubs arises. The aim of the study was to determine the species composition of undesirable plant communities forming in the territories of linear forest objects. An analysis of the distribution of undesirable vegetation species growing in the studied areas was conducted. It was shown that in sections of railway right-of-ways (and power lines), the occurrence of box elder species was 33 % (25 %), elm 15 %, and approximately 36 % of all identified species are prone to subsequent regeneration by stump shoots. A conclusion was drawn about the general inefficiency of existing technological processes for removing unwanted vegetation.

Keywords: unwanted vegetation, overgrowth, removal, density, method, species dominance, quality.

Введение. При формировании предприятиями лесопромышленного комплекса защитных лесных насаждений [3] вдоль линейных инфраструктурных объектов (ЛИО) возникает проблема последующего самопроизвольного размножения деревьев и кустарников, захламляющих территории вышеуказанных объектов и создающих угрозу безопасности их функционирования. Проведёнными исследованиями выявлено, что указанные работы осуществляются без предварительной оценки возможной эффективности применения того или иного технологического процесса ввиду отсутствия достаточно чётких представлений о качественных и количественных характеристиках подлежащей удалению нежелательной растительности. Поэтому актуальным представлялось проведение исследований, целью которых являлось определение видового состава нежелательных растительных сообществ, формирующихся на территориях ЛИО, для повышения эффективности их удаления и составления рекомендаций по надлежащему содержанию указанных территорий.

Для решения поставленной задачи была составлена программа и методика проведения экспериментальных исследований, включавшая в себя:

– опытно-производственную проверку разработанной автором «Методики оценки качества и эффективности выполнения работ по удалению нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий линейных инфраструктурных объектов» в реальных производственных условиях, положительные результаты апробации которой были подтверждены получением протоколов испытаний и актов внедрения в производственный процесс;

– изучение видового состава произрастающей нежелательной древесно-кустарниковой растительности (НДКР);

– определение доминирующих и наиболее ожидаемых к произрастанию видов нежелательной растительности с оценкой возможности их самопроизвольного вегетативного размножения.

Материал и методы исследования. В ходе исследования были использованы общепринятые классические (ОСТ 56-69-83) методические подходы и приёмы, базирующиеся на основных принципах лесоводственных исследований, а также действующие нормативные материалы в части безопасности выполнения работ на объектах инфраструктуры.

Для исследования состояния нежелательной древесно-кустарниковой растительности были выбраны участки, характеристики которых отвечали разработанным критериям выбора участка инфраструктурного объекта, в соответствии с которыми для проведения исследований были приняты участки ЛИО, относящиеся к полосам отвода автомобильных и железных дорог, а также охранным зонам линий электропередачи, расположенные в Центральной части России (от 52°5′ с.ш. 35°06′ в.д. на севере до 50°45′ с.ш. 36°76′ в.д. на юге и 51°32′ с.ш. 39°28′ в.д. на востоке) в основном на территориях Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой и Орловской областях (рис. 1). Отдельные участки ЛИО были расположены в Волгоградской, Саратовской и Тамбовской областях. Дополнительным критерием выбора опытного участка №14 полосы отвода железной дороги являлся критерий запланированного осуществления на его территории удаления нежелательной растительности.

Принятый метод определения характеристик нежелательной растительности: глазомерно-измерительный. На участках закладывались учётные площадки, формы, площади и размеры которых принимались в зависимости от типа ЛИО. Для формирования учётных площадок применялись измерительные рамки, внутренние размеры которых обеспечивали

необходимую площадь измерений. На заложенных учётных площадках определялось количество экземпляров НДКР каждого вида, попавших внутрь контура измерительной рамки, исключая при этом нежелательную растительность высотой $H \leq 5$ см. Количественный состав НДКР определялся с точностью 1 экз./1 учётная площадка.

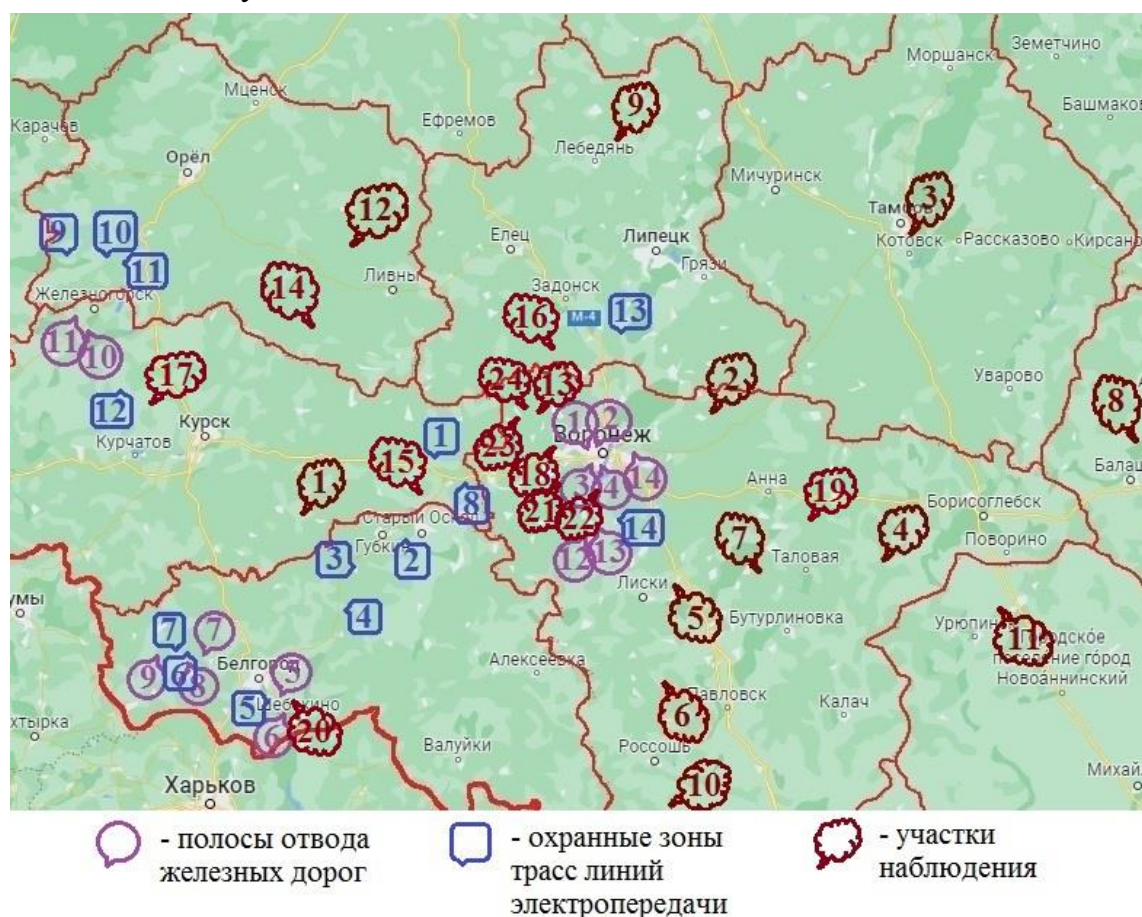


Рисунок 1 – Схема расположения участков линейных инфраструктурных объектов

Для определения видового состава нежелательной древесно-кустарниковой растительности использовались атласы видов и иллюстрированные определители (в том числе – online) растений. В случае затруднения определения вида выполнялось фотографирование всего экземпляра нежелательной растительности, а также её листовой пластины с двух сторон и верхушки побега, при этом ряд экземпляров НДКР оформлены в качестве гербария.

Результаты исследования и их обсуждение. Исследования проводились в весенне-осенние периоды 2018-2021 гг. маршрутным методом (рис. 2).

Основная часть территории исследования находится в целом на границе Среднерусской возвышенности и Окско-Донской равнины в умеренном климатическом поясе с хорошо выраженными сезонами года, однако при этом с неравномерно выпадающими осадками, как по годам, так и по периодам года. Средняя многолетняя годовая температура воздуха на территориях принятых объектов составляет $+6,2\text{ }^{\circ}\text{C}$, при этом средняя температура самого холодного месяца (января) $-10,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, самого тёплого месяца (июля) $+20,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. По природному зонированию принятые в исследование участки ЛИО находятся в типичной лесостепи с соответствующей для такой территории естественной растительностью. Преобладающий почвенный покров представлен как выщелоченными, так и типичными чернозёмами. Рельеф местности на территории рассматриваемых участков ЛИО – равнинный, при этом гидрография соответствующих районов представлена целым рядом рек.



а)

б)

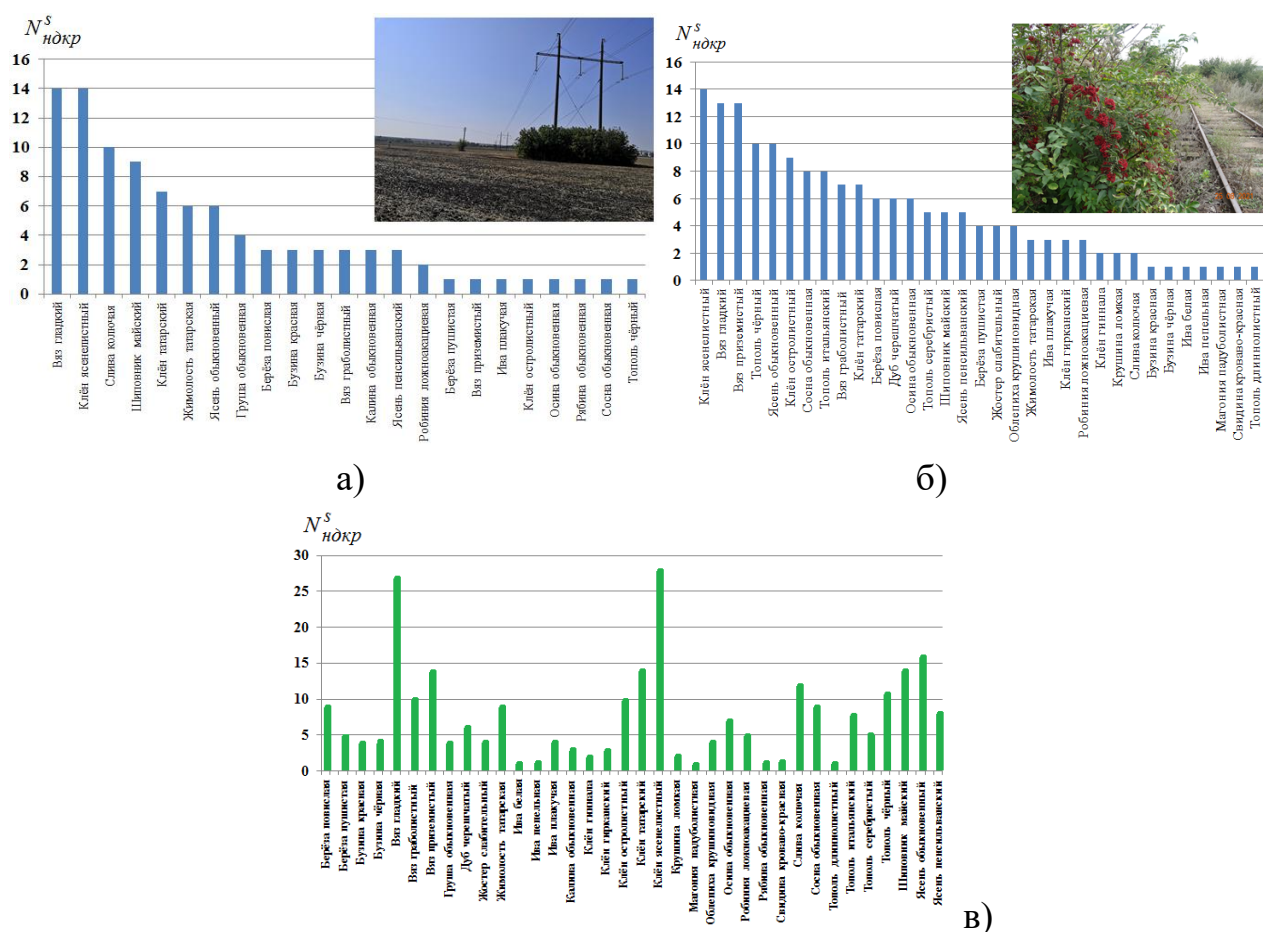
в)

а) участок железной дороги Подклетное – Чертовицкое (август 2021 г., осина обыкновенная); б) подстанция Комплекс – подстанция Медвежье (август 2021 г.) в) участок железной дороги Томаровка – Строитель (август 2021 г., бузина красная)

Рисунок 2 – Исследование видового состава НДКР на участках ЛИО

Анализ распределения встречаемости видов НДКР, произрастающей на исследованных участках ЛИО, полученное с учётом фактического наличия хотя бы одного вида НДКР на той или иной учётной площадке, выявленного в ходе натурного обследования вышеуказанных территорий, позволил установить следующее (рис. 3). Чаще всего на участках полос отвода железных дорог

Центральной части России может быть выявлен клён ясенелистный (встречаемость вида $p_i \approx 33\%$ на всех занятых растительностью участках) и вяз приземистый ($p_i \approx 15\%$). Встречаемость $p_i \approx 3...6\%$ присуща для территорий вышеуказанных участков целой группе видов НДКР, а именно: ясень обыкновенный, робиния ложноакациевая, клён остролистный, тополь итальянский, тополь чёрный, вяз гладкий, клён татарский и сосна обыкновенная.



а) в охранных зонах линий электропередачи; б) в полосах отвода железных дорог; в) по совокупности обследованных участков ЛИО

Рисунок 3 – Распределение количества видов НДКР на участках ЛИО

На участках охранных зон линий электропередачи Центральной части России чаще всего может быть выявлен клён ясенелистный (встречаемость вида $p_i \approx 25\%$ на всех занятых растительностью участков) и вяз гладкий ($p_i \approx 19\%$). Встречаемость $p_i \approx 8...9\%$ присуща для территорий вышеуказанных участков таким видам НДКР, как шиповник майский и слива колючая.

Встречаемость $p_i \approx 4...5$ % присуща для территорий вышеуказанных участков целой группе видов НДКР, а именно: ясень обыкновенный, клён татарский, жимолость татарская и берёза повислая.

Принимая во внимание выявленные величины встречаемости видов НДКР по исследованным участкам ЛИО, в табл.1 представлены наиболее ожидаемые к произрастанию виды нежелательной древесно-кустарниковой растительности (в порядке убывания их встречаемости и доминирования) [2].

Таблица 1- Наиболее ожидаемые к произрастанию виды нежелательной древесно-кустарниковой растительности, встречающиеся на территориях ЛИО

Линейный инфраструктурный объект	Виды нежелательной растительности
полосы отвода автомобильных дорог, охранные зоны линий электропередачи	клён ясенелистный, вяз гладкий, шиповник майский, слива колючая, ясень обыкновенный, клён татарский, жимолость татарская
полосы отвода железных дорог	клён ясенелистный, вяз приземистый, ясень обыкновенный, клён остролистный, тополь итальянский, тополь чёрный, вяз гладкий, клён татарский, сосна обыкновенная

Основываясь на знании того, что НДКР имеет склонность к самовозобновлению, были изучены возможные способы самопроизвольного её размножения. Как отмечается в [1] естественное вегетативное возобновление древесных пород может происходить путём образования пневой поросли, корневых отпрысков и отводков. Пневая поросль образуется либо из спящих (превентивных) почек, расположенных на коре, либо из придаточных (адвентивных), появляющихся на торце пня между корой и древесиной. К древесным породам, способным образовывать пневую поросль, относятся дуб, ясень обыкновенный, клён ясенелистный, клён остролистный, липа, граб, ильмовые, берёза, ольха чёрная, груша обыкновенная, калина обыкновенная, облепиха крушиновидная. Корневые отпрыски образуются от придаточных почек на корнях. К древесным породам, способным образовывать корневые отпрыски, относятся осина обыкновенная, тополь (серебристый, чёрный, лавролистный и другие), робиния ложноакациевая, а также ольха серая, акация белая, рябина обыкновенная, клён татарский, магония падуболистная, слива

колючая, жостер слабительный, жимолость татарская и др. Отводки образуются из укоренённых нижних ветвей дерева при контакте их с почвой, из которых в дальнейшем образуются самостоятельные побеги. К древесным породам, способным образовывать отводки, относятся липа, клён татарский и многие кустарники.

С учетом этого, около 36 % всех выявленных нами видов имеют склонность к последующему (после их удаления, например, срезанием) возобновлению пневой порослью (рис. 4), около 42 % – возобновлению корневыми отпрысками и около 22 % – возобновлению иными способами (например, семенами).

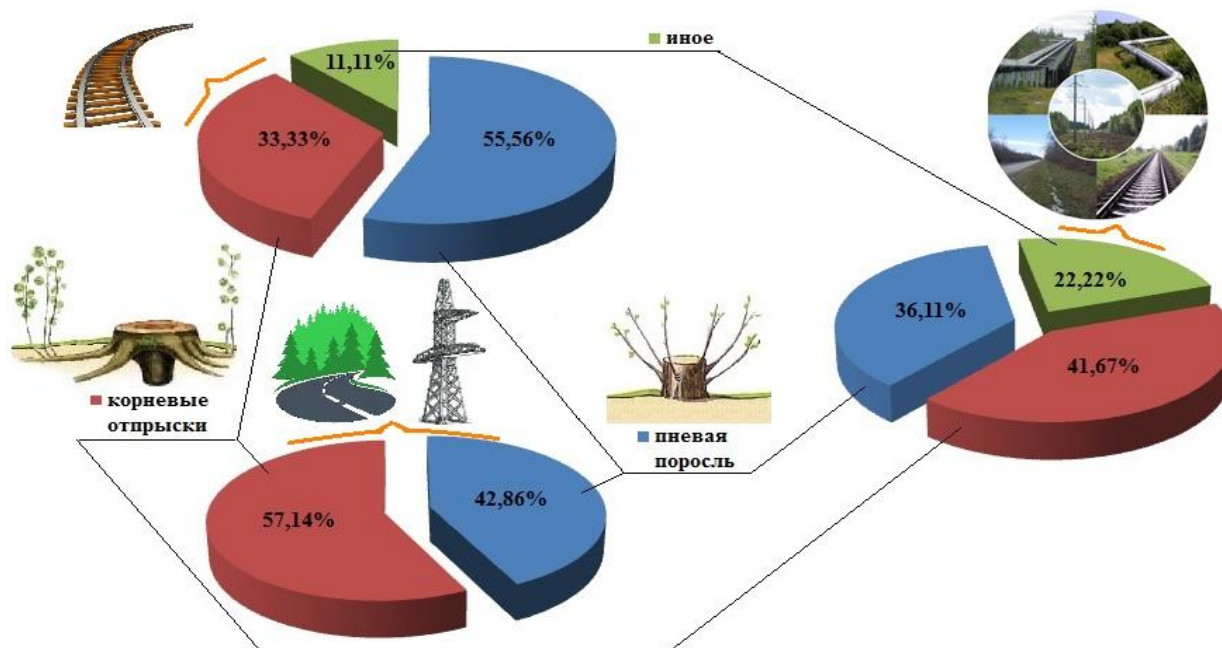


Рисунок 4 – Распределение видов нежелательной растительности, встречающихся на территориях ЛИО Центральной России, по возможностям их вегетативного размножения

В тоже время среди наиболее ожидаемых к произрастанию (табл. 1) видов нежелательной растительности в полосах отвода автомобильных дорог и охранных зонах ЛЭП склонны к возобновлению пневой порослью около 43 % видов при полном отсутствии наиболее ожидаемых к произрастанию видов НДКР, возобновляемых иным (кроме корневых отпрысков: около 57 %) способами. Аналогично в полосах отвода железных дорог более половины (около 55 %) наиболее ожидаемых к произрастанию видов НДКР склонны к возобновлению пневой порослью, 33 % – корневыми отпрысками, и лишь 11 % (а фактически – лишь один вид: сосна обыкновенная) склонны к возобновлению семенами.

Заключение. Выявленное распределение видов нежелательной растительности по возможностям их вегетативного размножения указывает на нежелательность и общую неэффективность технологических процессов удаления НДКР с территорий ЛИО, предусматривающих оставление в почве корневых систем указанной растительности. Целесообразно применять способы и методы очистки территорий линейных инфраструктурных объектов от нежелательной растительности (кустарника, мелколесья, подлеска и поросли), предусматривающие либо механическое удаление вышеозначенной нежелательной растительности вместе с корнями (выдёргивание, выкручивание, выкапывание, мульчирование ниже уровня почвы), либо комбинированное воздействие на НДКР: удаление надземных частей растительности осенью с обязательной последующей весенней обработкой гербицидами появившейся молодой пневой поросли и корневых отпрысков.

Список литературы

1. Биоразнообразие и функционирование лесных экосистем : монография / под ред. чл.-корр. РАН Н. В. Лукиной. – М. : Наука, 2021. – 327 с.
2. Платонов, А. А. Оценка видового разнообразия растительности, произрастающей на территориях линейных инфраструктурных объектов Центральной России / А. А. Платонов // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 1(49). – С. 180-193. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2023.1/12.
3. Тунякин, В. Д. Лесообразовательный процесс в предельно узкой полевозащитной лесной полосе / В. Д. Тунякин, Н. В. Рыбалкина, Л. М. Шеншин // Лесотехнический журнал. – 2022. – Т. 12, № 2. – С. 56-67. – DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2022.2/5

References

1. Biodiversity and functioning of forest ecosystems : monograph / edited by Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences N. V. Lukina. – Moscow: Nauka, 2021. – 327 p.
2. Platonov, A. A. Assessment of species diversity of vegetation growing in the territories of linear infrastructure facilities of Central Russia / A. A. Platonov // Forestry Engineering Journal. – 2023. – Vol. 13, № 1 (49). – pp. 180-193. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2023.1/12.
3. Tunyakin, V. D. Forest formation process in an extremely narrow field-protective forest belt / V. D. Tunyakin, N. V. Rybalkina, L. M. Shenshin // Forestry Engineering Journal. – 2022. – T. 12, № 2. – pp. 56-67. – DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2022.2/5.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НОГАЙСКОЙ СТЕПИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПАСТБИЩНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Рыбашлыкова Л.П., к. с.-х. н., вед. науч. сотр. лаборатории защитного лесоразведения и фитомелиорации низкопродуктивных земель

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, Россия, г. Волгоград

Сивцева С.Н., агроном, Северо-Кавказский филиал Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, Россия, Ставропольский край, Нефтекумский район, с. Ачикулак

Маховикова Т.Ф., агроном, Северо-Кавказский филиал Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, Россия, Ставропольский край, Нефтекумский район, с. Ачикулак

Аннотация. На юге России наблюдаются аномальные климатические трансформации, обусловленные циклическими атмосферными явлениями. Эти трансформации характеризуются повышением температурного режима и дефицитом осадков. В контексте Ногайской степи, жесткие климатические изменения в вегетационный период, затрагивающие как сельскохозяйственные угодья, так и естественные пастбища, выступают одним из факторов опустынивания. Следовательно, анализ аридности климатических условий Ногайской степи, с учетом аномальных проявлений, необходим для оценки их воздействия на продуктивность пастбищных фитоценозов. Анализ частоты проявления засух по показателю ГТК выявил существенное увеличение в последнем десятилетии (2014-2024 гг.) по сравнению с первым (1994-2004 гг.). Так, частота сильных и средних засух в весенне-летний период возросла с 1 до 4 лет, а в летне-осенний – с 6 до 9 лет. Расчеты подтвердили наличие сильной корреляционной зависимости между объемом осадков за вегетационный период

и урожайностью травостоя (т/га), выраженной коэффициентами корреляции: $r = 0,73$ для полынно-злаковых, $r = 0,67$ для эфемерово-злаковых и $r = 0,66$ для разнотравно-злаковых сообществ. Исследование корреляционной связи между показателем ГТК и продуктивностью пастбищных сообществ выявило следующее: для полынно-злаковых и разнотравно-злаковых сообществ наблюдается сильная зависимость ($r=0,8$ и $r=0,77$). Наиболее интенсивный отклик на агроклиматические условия приходится на весенне-летний период ($r=0,75$). Продуктивность эфемерово-злаковых сообществ показывает более слабую корреляцию с ГТК в отдельные периоды вегетации ($r=0,66$ и $r=0,63$), но общая связь за весь вегетационный период остается высокой ($r=0,72$).

Ключевые слова: Ногайская степь, климат, аридизация, пастбищные сообщества, продуктивность.

IMPACT OF CLIMATE CHANGE IN THE NOGAI STEPPE ON THE PRODUCTIVITY OF PASTURE ECOSYSTEMS

Rybashlykova L.P., PhD in Agriculture, Leading Research Scientist; Federal scientific centre of agroecology, complex meliorations and protective afforestation of RAS, Russia, Volgograd

Sivceva S.N., agronomist North Caucasian branch of the Federal Research Centre of agroecology, amelioration and protective afforestation of RAS, Russia, Stavropol Krai, Neftekumsky city district, Achikulak

Mahovikova T.F., agronomist North Caucasian branch of the Federal Research Centre of agroecology, amelioration and protective afforestation of RAS, Russia, Stavropol Krai, Neftekumsky city district, Achikulak

Abstract. In the south of Russia, there are abnormal climatic transformations caused by cyclical atmospheric phenomena. These transformations are characterized by increased temperatures and a lack of precipitation. In the context of the Nogai Steppe, severe climatic changes during the growing season, affecting both agricultural land and natural pastures, are one of the factors contributing to desertification. Therefore, analyzing the aridity of the Nogai Steppe's climatic conditions, taking into account their anomalous manifestations, is crucial for assessing their impact on the productivity of pasture phytocenoses. An analysis of the

frequency of droughts based on the HTC index revealed a significant increase in the last decade (2014-2024) compared to the first decade (1994-2004). For example, the frequency of severe and moderate droughts in the spring-summer period increased from 1 to 4 years, while in the summer-autumn period, it increased from 6 to 9 years. The calculations confirmed the existence of a strong correlation between the amount of precipitation during the growing season and the yield of the grass stand (t/ha), expressed by the correlation coefficients: $r = 0.73$ for wormwood-grass, $r = 0.67$ for ephemeral-grass, and $r = 0.66$ for mixed-grass communities. A study of the correlation between the HTC index and the productivity of pasture communities revealed the following: there is a strong correlation ($r=0.8$ and $r=0.77$) for wormwood-grass and mixed-grass communities. The most intensive response to agroclimatic conditions occurs in the spring-summer period ($r=0.75$). The productivity of ephemeral-grass communities shows a weaker correlation with the HTC in individual periods of vegetation ($r=0.66$ and $r=0.63$), but the overall correlation over the entire vegetation period remains high ($r=0.72$).

Keywords: Nogai Steppe, climate, aridization, pasture communities, productivity.

Введение. Развитие сельского хозяйства, особенно в южных, засушливых регионах, напрямую зависит от климатических факторов. Аномальные условия, такие как повышение температуры и снижение осадков в период роста растений, негативно сказываются на урожайности. Так, в Ногайской степи наблюдается аридизация климата в вегетационный период пастбищной растительности, что привело к снижению их продуктивности и способствовало процессам опустынивания. Метеорологические данные за последнее столетие прогнозируют дальнейшее повышение среднегодовых температур на $2-5^{\circ}\text{C}$ [3, 4]. Анализ среднегодового роста температуры воздуха по сравнению с многолетней климатической нормой, проведенный ФБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» с 2013 года, зафиксировал увеличение температуры в крайне засушливой и засушливой зонах на $1,7$ и $1,5^{\circ}\text{C}$ соответственно, при одновременном снижении осадков на 10 и 6% [2]. Усугубляется ситуация бесконтрольным выпасом скота, что нарушает естественные растительные сообщества, снижает кормовую продуктивность пастбищ (до $0,05-0,10$ т/га) и приводит к деградации травостоя [5]. Целью данного исследования является

изучение динамики климатических изменений и оценка их воздействия на продуктивность пастбищных угодий.

Материалы и методы исследования. Для изучения климатических условий Ногайской степи, где наблюдаются наиболее заметные изменения, был выбран 31-летний период с апреля по октябрь 1994-2024 годов. Почвенный покров исследуемой территории представлен светло-каштановыми почвами с преобладанием средне- и легкосуглинистого гранулометрического состава. Информация об агроклиматических условиях за указанный период обрабатывалась по данным метеостанции г. Нефтекумск и материалам (Бадахова и др., 2007) [1]. Климат региона отличается резко континентальным характером, проявляющимся в среднегодовом количестве осадков от 350 до 400 мм, гидротермическом коэффициенте (ГТК) в диапазоне 0,63-0,72 и сумме температур выше 10°C, составляющей 3720-3750°C. Расчет ГТК проводился по формуле Селянинова ($ГТК = R \times 10 / \Delta t$). Оценка продуктивности пастбищных угодий и анализ геоботанического состава растительности проводились на специально выделенных стационарных пробных площадках размером 10x10 метров. Анализ полученных данных проводился посредством программного обеспечения Microsoft Excel версии 2010.

Результаты исследования и их обсуждение. Для выявления региональных аспектов глобального изменения климата на территории исследования был выбран 31-и летний период наблюдений с 1994 по 2024 годы. Нелинейный тренд температурного режима в весенне-осенний период показал, что среднее интенсивное увеличение тренда температуры, составляющее 0,13°C происходило с 2004 по 2024 годы, при аномальном значении температуры 2022 года – 25,3°C. Снижение тренда количества осадков в среднем на 6,3 мм отмечается с 2009 по 2024 годы (рис.1)

Формирование и анализ засушливых весенне – летних и летне – осенних периодов за 1994 – 2024 годы позволяет проследить изменения показателя ГТК в долговременном периоде наблюдений и прогнозировать динамику изменение климатических условий используя годы – аналоги. Анализ частоты проявления сильных и средних засух по показателю ГТК за период с 2014 по 2024 годы по сравнению с 1994 – 2004 годами за весенне-летние периоды показал ее увеличение с 1 до 4 лет, в летне-осенние периоды с 6 до 9 лет, а за вегетацию с

4 до 7 лет, что говорит об интенсивной аридизации районов Ногайской степи (табл. 1).

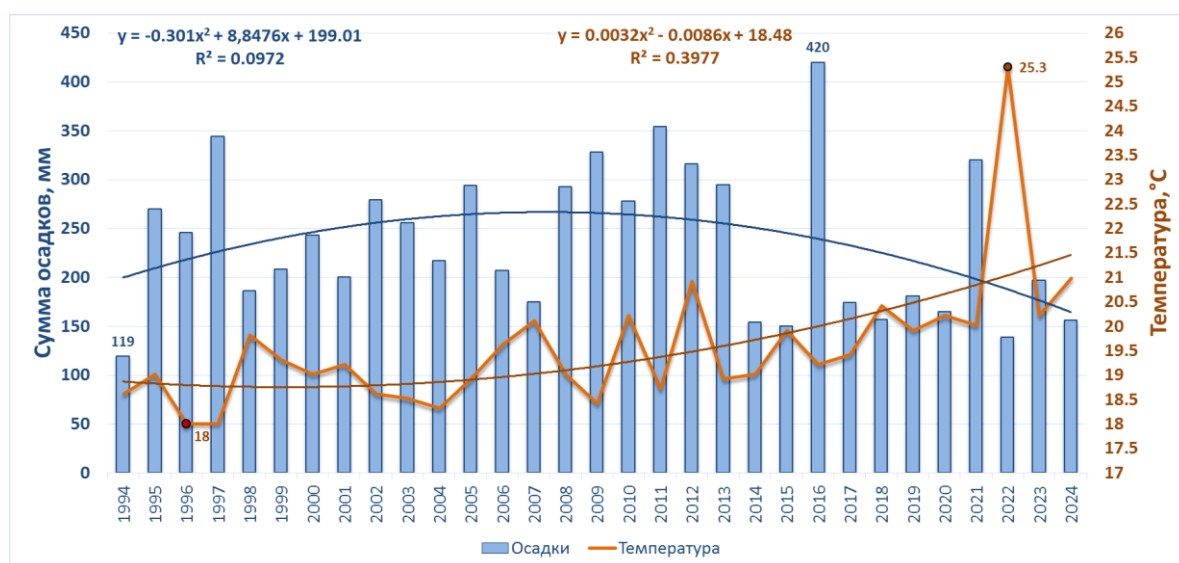


Рисунок 1 – Осадки и температурный режим весенне-осеннего периода вегетации растительности на территории исследования за период 1994-2024 гг.

На пастбищах растительный покров в основном представлен злаковыми, полынно-злаковыми и разнотравно-злаковыми сообществами. Климатические изменения в течение вегетационного периода способны повлиять на видовую структуру травостоя, что отражается на его урожайности.

Таблица 1 – Распределение номенклатуры ГТК по десятилетиям в различные периоды вегетации, лет

Десятилетия	Значения ГТК					
	< 0.3	0.3-0.5	0.5-0.7	0.7 -0.9	0.9-1.1	>1.1
весенне-летний период						
1994 - 2004	—	1	5	1	2	2
2005 - 2014	—	2	—	4	3	1
2015 - 2024	1	3	3	—	1	2
летне-осенний период						
1994 - 2004	3	3	3	1	—	3
2005- 2014	2	4	3	—	1	—
2015 - 2024	5	4	1	—	—	—
за вегетацию						
1994 - 2004	1	3	6	1	—	—
2005 - 2014	—	3	2	5	—	—
2015 - 2024	1	6	—	1	1	—

Засушливые периоды приводят к двукратному сокращению растительной массы на всех пастбищах. В наиболее жаркие и сухие месяцы лета (июнь-август), при осадках менее 30 мм и температуре 25-28°C, урожайность пастбищ снижается на 61,7 %. Дефицит влаги негативно сказывается на составе травостоя, как в количественном, так и в качественном отношении. Особую опасность представляют затяжные засухи (3-4 года подряд), которые наносят серьезный ущерб урожайности последующих лет.

Сопоставление изменения продуктивности травостоя разных сообществ пастбищ с гидротермическими условиями в течение исследуемого периода показало, что при влажной весне, с равномерным распределением осадков в течение вегетационного периода в пределах нормы, происходит повышение продуктивности травостоя. Наибольшая урожайность травостоя сформировалась в 2021 году в полынно-злаковом сообществе и составила 1,18 т/га, а в эфемерово-злаковом и разнотравно-злаковом на 0,26 и 0,28 т/га соответственно меньше (рис. 2).

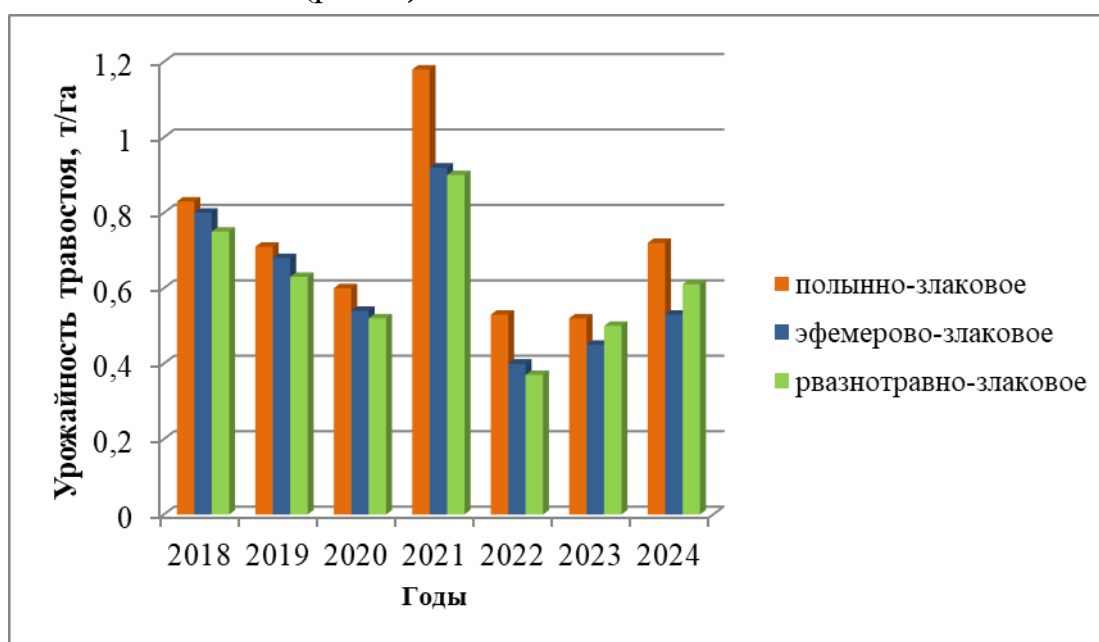


Рисунок 2 – Динамика урожайности травостоя основных пастбищных сообществ за 2018 – 2024 гг.

Результаты расчетов показали высокую корреляционную связь между количеством осадков (мм) за вегетационный период и урожайностью культур (т/га), составляющую: для полынно-злаковых сообществ $r = 0,73$, для эфемерово-злаковых $r = 0,67$, для разнотравно-злаковых $r = 0,66$.

Аналогичными расчетами установлена высокая корреляционная связь показателя ГТК с продуктивностью полынно – злаковых и разнотравно-злаковых пастбищных сообществ за вегетацию $r = 0,8$ и $r = 0,77$ соответственно, при этом наиболее интенсивный отзыв на складывающиеся агроклиматические условия отмечается в весенне-летний период ($r = 0,75$). Продуктивность травостоя эфемерово - злаковых сообществ менее интенсивно коррелирует с показателем ГТК по периодам вегетации ($r = 0,66$ и $r = 0,63$ соответственно), тем не менее, связь со значением ГТК за вегетацию довольно высокая и составляет $r = 0,72$.

Заключение

При сравнении частоты сильных и средних засух за первое (1994 – 2004 гг.) и последнее (2014 – 2024 гг.) десятилетие установлено увеличение их числа в весенне-летние периоды с 1 до 4 лет, в летне-осенние периоды с 6 до 9 лет, а за вегетацию с 4 до 7 лет, что говорит об интенсивной аридизации районов Ногайской степи.

Высокая корреляционная связь между количеством осадков (мм) за вегетационный период и урожайностью травостоя (т/га), установлена для полынно-злаковых сообществ $r = 0,73$, для эфемерово-злаковых $r = 0,67$, для разнотравно-злаковых $r = 0,66$.

Данное исследование было выполнено в рамках Государственного задания: «Разработка теории и системы мероприятий устойчивого функционирования пастбищных экосистем в аридных и субаридных зонах Прикаспия», 124013000642-9.

Список литературы

1. Бадахова, Г. Х. Ставропольский край: современные климатические условия / Г. Х. Бадахова, А. В. Кнутас. – Ставрополь : ГУП ИК "Региональные сети связи", 2007. – 272 с. – ISBN 987-591-228-0.
2. Тенденции изменения климата в засушливых районах Ставропольского края / Т. В. Волошенкова, С. А. Антонов, А. А. Калашникова, С. В. Перегудов // Достижения науки и техники АПК, 2023. – Т.37 – № 11. – С. 5–11. doi:10.53859/02352451_2023_37_11_5.
3. Золотокрылин, А. Н. Аридизация засушливых земель европейской части России и связь с засухами / А. Н. Золотокрылин, Е. А. Черенкова,

Т. Б. Титкова // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2020. – № 2. – С. 207-217. DOI: 10.31857/S258755662002017X.

4. Hidalgo-Galvez M. D., Matías L., Cambrollé J. et al. Impact of climate change on pasture quality in Mediterranean dehesas subjected to different grazing histories // Plant Soil. 2023. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-05986-9>.

5. Rybashlykova L. P., Sivceva S. N., Mahovikova T. F. Relationship between hydrothermal coefficient (htc) and productivity of pastures in the arid zone of Northwestern Caspian Sea // Journal of Agrometeorology, 2023; 25(3); 454-457. DOI: 10.54386/jam.v25i3.2220.

References

1. Badakhova G. Kh. Stavropol Territory: Modern Climate Conditions / G. Kh. Badakhova, A. V. Knutas. – Stavropol : State Unitary Enterprise "Regional Communication Networks", 2007. – 272 p. – ISBN 987-591-228-0.

2. Voloshenkova, T. V. Trends in Climate Change in the Arid Regions of Stavropol Territory / T. V. Voloshenkova, S. A. Antonov, A. A. Kalashnikova, S. V. Peregudov // Achievements of Science and Technology in the Agro-Industrial Complex, 2023. – Vol. 37 – No. 11. – Pp. 5–11. doi:10.53859/02352451_2023_37_11_5.

3. Zolotokrylin, A. N. Aridization of Arid Lands in the European Part of Russia and Its Relationship to Droughts / A. N. Zolotokrylin, E. A. Cherenkova, T. B. Titkova // Izvestiya of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series. 2020. – No. 2. – Pp. 207-217. DOI: 10.31857/S258755662002017X.

4. Hidalgo-Galvez M.D., Matías L., Cambrollé J. et al. Impact of climate change on pasture quality in Mediterranean dehesas subjected to different grazing histories // Plant Soil. 2023. <https://doi.org/10.1007/s11104-023-05986-9>.

5. Rybashlykova L. P., Sivceva S. N., Mahovikova T. F. Relationship between hydrothermal coefficient (htc) and productivity of pastures in the arid zone of Northwestern Caspian Sea // Journal of Agrometeorology, 2023; 25(3); 454-457. DOI: 10.54386/jam.v25i3.2220.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПАСТБИЩНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Салугин А.Н., д.с-х. н., г.н.с. лаборатории экономики
и математического моделирования, ФНЦ Агроэкологии РАН, Россия,
Волгоград

Мелихова Е.В., д.т.н., зав. кафедрой математического моделирования
и информатики ВолГАУ, Россия, Волгоград

Корнеева Е.А., к. с-х. н. зав. лабораторией экономики и математического
моделирования, ФНЦ Агроэкологии РАН, Россия, Волгоград

Аннотация. Рассмотрены методы исследования устойчивости естественных пастбищных экосистем (ПЭ) засушливой зоны России, подверженной деградации и опустыниванию. Моделирование осуществлялось для ПЭ, находящихся в двух возможных экологических состояниях: в режиме деградации и другом, когда экосистема устойчива. При математическом моделировании использовалась система обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Рассмотрены варианты поведения ПЭ в различных условиях функционирования. Результаты обсуждаются в контексте устойчивости решений ОДУ, моделирующих ПЭ. При этом предполагалось, что устойчивость решений ОДУ априорно соответствует устойчивости ПЭ. Демонстрируются новые подходы к выявлению стабильного функционирования ПЭ как области устойчивых решений дифференциальных уравнений. Устойчивость ОДУ оценивалась методами матричной алгебры, которые определяют устойчивость значениями собственных чисел матриц ОДУ, действительная часть которых должна располагаться в отрицательной области. Второй аспект относится к локализации собственных значений с помощью кругов Гершгорина, который сокращает область поиска устойчивых решений построением кругов, где должны располагаться собственные числа матриц ОДУ. Предложено использовать ОДУ и метод кругов Гершгорина в задачах управления

пастбищными экосистемами. Асимптотическая устойчивость решений ОДУ и ПЭ обсуждена в контексте экологической динамики почвенно-растительных растительных сообществ.

Ключевые слова: математическое моделирование пастбищные экосистемы, устойчивость решений, дифференциальные уравнения, круги Гершгорина

STABILITY MODELING PASTURE ECOSYSTEMS

Salugin A. N. Doctor of Agricultural Sciences, PhD, Laboratory of Economics and Mathematical Modeling, Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

Melikhova E.V. Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Mathematical Modeling and Informatics, VSAU, Russia, Volgograd Volgograd

Korneeva E.A. Candidate of Agricultural Sciences Head. Laboratory of Economics and Mathematical Modeling, Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

Abstract. Methods of studying the stability of natural pasture ecosystems (PE) in the arid zone of Russia, which is subject to degradation and desertification, are considered. The simulation was carried out for PE located in two possible ecological states: in the degradation mode and the other, when the ecosystem is stable. A system of ordinary differential equations (ODES) was used in mathematical modeling. The variants of PE behavior in various functional conditions are considered. The results are discussed in the context of the sustainability of ODE solutions modeling PE. At the same time, it was assumed that the stability of the ODE solutions a priori corresponds to the stability of the PE. New approaches to identifying the stable functioning of PE as a field of stable solutions of differential equations are demonstrated. The stability of the ODE was evaluated by matrix algebra methods, which determine the stability by the values of the eigenvalues of the ODE matrices, the real part of which should be located in the negative region. The second aspect relates to the localization of eigenvalues using Gershgorian circles, which reduces the search area for stable solutions by constructing circles where the eigenvalues of the ODE matrices should be located. It is proposed to use the ODE and the Gershgorin

circle method in the tasks of managing pasture ecosystems. The asymptotic stability of ODE and PE solutions is discussed in the context of the ecological dynamics of soil-vegetation plant communities.

Keywords: mathematical modeling, pasture ecosystems, , stability of solutions, differential equations, Gershgorin circles

Введение. В настоящее время в природе наблюдаются необратимые антропогенные изменения, которые занимали в прошлом геологические периоды. Математическое моделирование в динамической экологии является единственным методом исследований. Антропогенные трансформации ПЭ приводят к снижению продуктивности и биоразнообразия. Это особенно ощутимо для аридных территорий РФ, где биоразнообразие почвенно-растительных сообществ является доминантом самовосстановления [3, 8].

Исследование динамики функционирования ПЭ с помощью математического моделирования позволяет выявлять поведение экосистем, имеющих различные уровни биологической организации. Сохранение продуктивности ПЭ обеспечивается способностью к восстановлению их фитоценозов по механизму сукцессионных переходов, динамика которых связана с внешними условиями. Исследования устойчивости ПЭ во многих публикациях представлены вербальным описанием. Математически ориентированных публикаций значительно меньше. Важное место в общей экологии занимает популяционная экология [3, 4, 8], теоретические положения которой разработаны более основательно. С помощью обобщённых уравнений Лоттки-Вольтерра решались задачи динамики популяций, функционирования фитоценозов, динамики углерода органического вещества и т.д. Моделирование сложных экосистем авторами [(4, 8] осуществлялось системой ОДУ вида:

$$\frac{dS_i}{dt} = S_i\beta_i - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n a_{ij}S_j, \quad i, j = 1, 2 \dots n, \quad (1),$$

где: S_i – биомасса i -го фитоценоза, β_i – скорость прироста биомассы, a_{ij} — коэффициент взаимодействия между i -м и j -м фитоценозами. Эта модель обладает известной универсальностью и использовалась в наших исследованиях для моделирования динамики ПЭ.

Целью исследований является математическое моделирование динамики функционирования ПЭ и ее устойчивости с использованием ОДУ и матричной алгебры [2, 9-11]. Определение условий, при которых ПЭ устойчиво функционирует, является основой при решении задач оптимального управления биоресурсами ПЭ. При априорной адекватности динамики ПЭ и решений ОДУ в настоящем исследовании изучено влияние взаимодействий между фитоценозами на устойчивость ПЭ. Устойчивость ПЭ рассматривается как асимптотическая устойчивость решений ОДУ в приближении Ляпунова [4, 8] с варьированием начальных состояний.

Материалы и методы исследования. Исследовалась динамика естественных пастбищ. Антропогенные возмущения имитировались варьированием векторов начальных состояний ПЭ (проективных покрытий фитоценозов). Взаимодействие между фитоценозами ПЭ было представлено бинарной матрицей сукцессионных превращений. Математическая модель в матричном виде:

$$\frac{dS}{dt} = AS, \quad (2)$$

где: t — время; S — вектор проективных покрытий фитоценозов, A — матрица бинарных взаимодействий, исследовалась на устойчивость решений. В автономном режиме, когда правая часть (2) не зависит от времени, предоставляется возможным изучать устойчивость, используя теорию матриц [2, 8-11]. Индикатором устойчивости решений (2) являются собственные значения матрицы A , которые, в случае устойчивости, должны быть отрицательными [2, 9].

Рассмотрим задачу на устойчивость экосистемы, имеющей всего два возможных состояния: исходная ПЭ (S_1) и деградированная (S_2). На рис. 1 изображен ориентированный граф (орграф) модели.

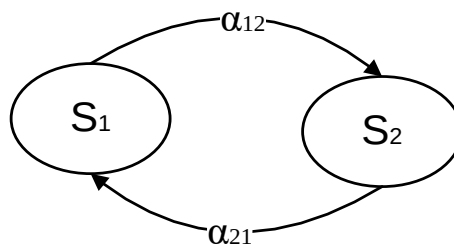


Рисунок 1 – Орграф модели двух состояний пастбищной экосистемы в процессе деградации и восстановления

Матрица $A = \begin{bmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{12} \\ \alpha_{21} & \alpha_{22} \end{bmatrix}$, где α_{ij} – вероятность переходов между состояниями (α_{ii} – сохранение состояния). Система (2) в развернутом виде:

$$\begin{cases} \frac{dS_1}{dt} = (\alpha_{11} - \alpha_{12})S_1 + \alpha_{21}S_2 \\ \frac{dS_2}{dt} = \alpha_{12}S_1 + (\alpha_{22} - \alpha_{21})S_2 \end{cases} \quad (3)$$

При опустынивании диагональные элементы $\alpha_{ii} \ll 1$, и динамику экосистемы определяют недиагональные элементы, отражающие деградацию и восстановление. Эффективным методом поиска области устойчивых решений ОДУ (когда собственные значения матрицы A отрицательны) является метод кругов Гершгорина [2, 9]. Суть метода заключена в теореме, утверждающей, что собственные значения матрицы A располагаются на множестве внутри кругов, центры которых равны α_{ii} , а радиусы – сумме элементов строки матрицы без диагональных. В нашем случае матрица A является стохастической и круги Гершгорина заключены внутри круга с наибольшим радиусом. На рис.2 приведены решения (3) для различных значений α_{ij} . Локализация характеристических значений матрицы отображена кругами Гершгорина.

Результаты исследования и обсуждение. На рисунок 2 показаны различные «сценарии» деградации при опустынивании. Состояние экосистемы описывается вектором $S(S_1, S_2)$, где S_1 – исходные естественные пастбища; S_2 – разбитые пески (скальпированные территории). Начальные состояния $S_1(0)$ и $S_2(0)$ и коэффициенты матрицы A α_{ij} моделируют поведение экосистемы.

Деградация показана на рис. 2b, где интенсивность разрушения (α_{12}) больше, чем восстановление (α_{21}). Обратная картина (восстановление) наблюдается, если $\alpha_{12} < \alpha_{21}$ (рис. 2c). Круги Гершгорина при этом изменяют взаимное расположение, указывая на различие между деградацией и восстановлением. Для приведенных вариантов модели (3) экосистема асимптотически устойчива. Общая картина сводится к тому, что приближение решений к стационарному состоянию наблюдается при отрицательных собственных значениях матрицы A .

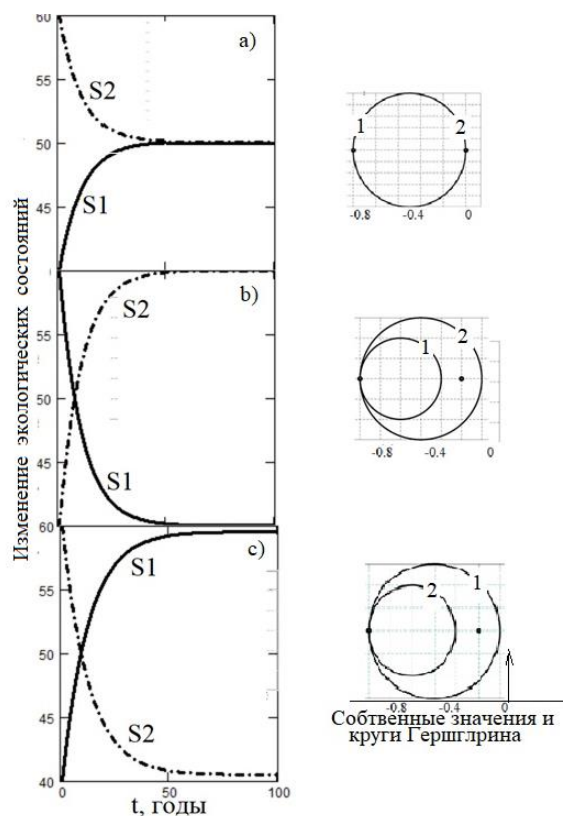


Рисунок 2 – . Динамика экосистемы с двумя состояниями:

a)

$$S_1(0) = 60\%, S_2(0) = 40\%, \alpha_{12} = \alpha_{21} = 0.5; R_1 = 0.5, R_2 = 0.5; C_1 = -0.5; C_2 = -0.5;$$

b)

$$S_1(0) = 60\%, S_2(0) = 40\%, \alpha_{12} = 0.6; \alpha_{21} = 0.4; R_1 = 0.4, R_2 = 0.6; C_1 = -0.6; C_2 = -0.4;$$

c)

$$S_1(0) = 40\%, S_2(0) = 60\%, \alpha_{12} = 0.34, \alpha_{21} = 0.5, R_1 = 0.34, R_2 = 0.5; C_1 = -0.34; C_2 = 0.5;$$

Рис. 2а соответствует устойчивому состоянию: при различных стартовых значениях S и одинаковых α_{ij} круги Гершгорина совпадают, а система переходит в стационарное состояние с одинаковыми S_1 и $S_2=50\%$. В случаях b и c наблюдается асимптотическое приближение к стационарному состоянию: через некоторое время эволюции ПЭ приходит к экологическому равновесию.

Особый интерес представляет задача о выявлении областей собственных значений переходных матриц, где ПЭ устойчива. Оригинальным методом определения этих областей является метод Гершгорина. На рис.2 показаны решения ОДУ и круги Гершгорина для одновременных наблюдений. Все круги

расположены в отрицательной области координат, что соответствует устойчивым состояниям. Изменение размещения центров кругов и величин их радиусов отражают динамику ПЭ. В работе [2] отмечается, что для стохастических матриц с диагональными элементами $\ll 1$ она устойчива, что реализуется в наших исследованиях. Из полученных результатов видно, что решения нелинейны и приближаются к равновесию через 30-50 лет. Асимптотическая устойчивость означает, что экосистема переходит в стабильное состояние через некоторое время после ее выхода из равновесия за счет внешнего возмущения.

Заключение

Из полученных результатов следует, что с помощью систем ОДУ можно получать априорную информацию о функционировании почвенно-растительных экосистем: определять области устойчивого поведения ПЭ с использованием теоремы Гершгорина; вычислять допустимые нагрузки на пастбища; прогнозировать будущее ПЭ с учётом пастбищной нагрузки и асимптотического поведения. Изучение динамики биотической составляющей биосферы Земли в виде неравновесных ПЭ может быть существенно дополнено исследованием поведения таких экосистем.

Список литературы

1. Логофет, Д. О. Марковские цепи как модели сукцессии: новые перспективы классической парадигмы / Д. О. Логофет // Лесоведение. – 2010. – № 2. – С. 46-59.
2. Маркус, Р. Обзор по теории матриц и матричных неравенств / Р. Маркус, Х. Минк. – М. : Наука, 1972. – 232 с.
3. Полуэктов, Р. А. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур / Р. А. Полуэктов. – СПб. : Изд-во СПбГУ, 2006. 396 с. – ISBN 5-288-03836-8. – EDN PVPBNF.
4. Пых, Ю. А. Обобщенные системы Лоттки-Вольтерра: теория и приложения / Ю. А. Пых. – СПб. : СПбГИПСР, 2017. – 229 с.
5. Робертс, Ф. С. Дискретные математические модели с приложениями к социальным, биологическим и экологическим задачам / Ф. С. Робертс. – М. : Наука, 1986. – 496 с.
6. Салугин, А. Н. Моделирование дефляции аридных пастбищ с помощью марковских цепей // Экосистемы: экология и динамика. – 2017. – № 4. – С. 5-22.

7. Салугин, А. Н., Кулик, К. Н. Математические модели и прогноз деградации аридных почвенно-растительных систем. // Аридные экосистемы. – 2024. № 3(100). С. 28-36. DOI 10.24412/1993-3916-2024-3-28-36. – EDN ANZYSB.

8. Свирежев, Ю.М., Логофет, Д.О. Устойчивость биологических сообществ // М. : Наука. 1978. – 352 с.

9. Хорн, З., Джонсон, Ч. Матричный анализ // М. : Мир. 1989. – 655 с.

10. Meyer C.D. Matrix analysis and applied linear algebra, SIAM.2010. 727 с.

11. Salguero-Gomez R., Casper B.B. Keeping plant shrinkage in the demographic loop // Ecology. – 2010. – №. 98. – P. 312-323.

References

1. Logofet, D.O. Markovskie cepi kak modeli sukcesii: novye perspektivy klassicheskoy paradigmy // Lesovedenie. – 2010. – № 2. –S. 46-59.

2. Markus, R., Mink, H. Obzor po teorii matric i matrichnyh neravenstv // М.: Nauka. 1972. – 232 с.

3. Poluektov, R.A. Modeli produkcionnogo processa sel'skohozyajstvennyh kul'tur: iz-vo SPb GU. 2006. 396 s. – ISBN 5-288-03836-8. – EDN PVPBHF.

4. Pyh, Yu.A. Obobshchennye sistemy Lottki-Vol'terra: teoriya i prilozheniya SPb.: SPbGIPSR 2017. – 229 s.

5. Roberts, F.S. Diskretnye matematicheskie modeli s prilozheniyami k social'nyim, biologicheskim i ekologicheskim zadacham // М. : Nauka, 1986. – 496 с.

6. Salugin, A.N. Modelirovanie deflyatsii aridnyh pastbishch s pomoshch'yu markovskih cepej // Ekosistemy: ekologiya i dinamika. – 2017. – № 4. S. 5-22.

7. Salugin, A.N., Kulik, K. N. Matematicheskie modeli i prognoz degradatsii aridnyh pochvenno-rastitel'nyh sistem. // Aridnye ekosistemy. – 2024. – № 3(100). – S. 28-36. DOI 10.24412/1993-3916-2024-3-28-36. – EDN ANZYSB.

8. Svirezhev, Yu.M., Logofet, D.O. Ustojchivost' biologicheskikh soobshchestv // М. : Nauka. 1978. – 352 с.

9. Horn, Z., Dzhonson, Ch. Matrichnyj analiz // М. : Mir. 1989. – 655 с.

10. Meyer, S.D. Matrix analysis and applied linear algebra, SIAM. 2010. – 727 с.

11. Salguero-Gomez R., Casper V.V. Keeping plant shrinkage in the demographic loop // Ecology. – 2010. – №. 98. – P. 312-323.

АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ЛЮЦЕРНЫ В ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЕ ЮГА РОССИИ

Турко С.Ю., к. с.-х. н., ст. науч. сотр. лаборатории защитного лесоразведения и фитомелиорации низкопродуктивных земель
Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и
защитного лесоразведения РАН, Россия, Волгоград

Рыбашлыкова Л.П., к. с.-х. н., вед. науч. сотр. лаборатории защитного лесоразведения и фитомелиорации низкопродуктивных земель
Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и
защитного лесоразведения РАН, Россия, Волгоград

Аннотация. В засушливой зоне юга России, где естественные сенокосы сильно зависят от погоды, люцерна является стабильной и устойчивой альтернативой. В данном исследовании рассматривается влияние агрометеорологических факторов на формирование урожая люцерны, что позволяет оптимизировать его выращивание в Волгоградской области. Данное исследование проводилось на опытно-производственном поле научно-исследовательского центра агроэкологии Российской академии наук в период с 2022 по 2024 год. Полевой опыт проводился на светло-каштановых тяжелосуглинистых солонцеватых почвах. Эксперимент, записи, анализы и статистическая обработка проводились по методике полевых и агротехнических исследований с кормовыми культурами. В ходе исследования установлено, что влажность почвы является основным фактором, определяющим урожайность сена и семян люцерны. Выявлено, что важную роль в формировании урожайности играет увлажнение в период максимального роста, в фазу ветвления. Этот период длится три декады с начала отрастания до конца мая; коэффициент корреляции составил $r=0,72$. В годы со средней влажностью в течение вегетационного периода наблюдается два максимума линейного прироста и прироста массы в фазу ветвления и фазу бутонизации.

Неблагоприятные метеорологические условия в фазу бутонизации снижают энергию роста и конечный урожай сена. На рассматриваемой территории средняя урожайность люцернового сена составляет 1,73 т/га с ежегодными колебаниями от 1,45 до 2,03 т/га. Урожайность сена люцерны менее 1,0 т/га, наблюдается 1 раз в 10 лет, с урожайностью 1,0-2,0 т/га – в 5 годах из 10 и в 3 годах из 10 лет урожайность сена может быть свыше 2,0-3,0 т/га.

Ключевые слова: люцерна, засушливые условия, супесчаные и тяжелосуглинистые почвы, влажность почвы, фазы развития, формирование урожайности, урожайность сена.

AGROMETEOROLOGICAL ASPECTS OF ALFALFA YIELD FORMATION IN THE ARID ZONE OF SOUTH RUSSIA

Turko S.Yu., PhD in Agriculture, Senior Researcher; Federal scientific centre of agroecology, complex meliorations and protective afforestation of RAS, Russia, Volgograd

Rybashlykova L.P., PhD in Agriculture, Leading Research Scientist; Federal scientific centre of agroecology, complex meliorations and protective afforestation of RAS, Russia, Volgograd

Abstract. In the arid zone of southern Russia, where natural hayfields are highly dependent on weather conditions, alfalfa is a stable and sustainable alternative. This study examines the impact of agrometeorological factors on the formation of alfalfa yields, which helps optimize its cultivation in the Volgograd region. This study was conducted at the experimental field of the Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences from 2022 to 2024. The field experiment was conducted on light chestnut heavy loamy saline soils. The experiment, records, analyses, and statistical processing were conducted using the methodology of field and agrotechnical research with forage crops. The study revealed that soil moisture is the primary factor that determines the yield of alfalfa hay and seeds. It has been revealed that moisture plays an important role in the formation of yield during the period of maximum growth, in the phase of branching. This period lasts for three decades from the beginning of regrowth to the end of May; the correlation coefficient was $r=0.72$. In years with average moisture during the

growing season, there are two maxima of linear growth and mass growth in the phase of branching and the phase of budding. Unfavorable meteorological conditions during the phase of budding reduce the growth rate and the final yield of hay. In the area under consideration, the average yield of alfalfa hay is 1.73 t/ha, with annual fluctuations ranging from 1.45 to 2.03 t/ha. The yield of alfalfa hay is less than 1.0 t/ha, and it occurs once every 10 years. In 5 out of 10 years, the yield is 1.0-2.0 t/ha, and in 3 out of 10 years, the yield is more than 2.0-3.0 t/ha.

Keywords: alfalfa, arid conditions, sandy and heavy loamy soils, soil moisture, development phases, yield formation, and hay yield.

Введение. В засушливой зоне юга России урожайность естественных сенокосов полностью зависит от погодных условий и, следовательно, подвержена значительным колебаниям на протяжении многих лет. Урожайность посеянных многолетних трав более стабильна и в 3-6 раз превышает урожайность естественных сенокосов. Этот факт позволяет при посеве многолетних трав получить страховые запасы кормов на зимний период, а также на период, когда происходит выгорание пастбищ [2]. Чтобы решить проблему белка в животноводстве и накопить биологический азот в почве, необходимо расширить посевы многолетних бобовых культур [1]. В отличие от злаковых, бобовые травы имеют более длительный период цветения (с весны до осени), служат ценным источником кальция, который растения получают из почвы благодаря глубоко проникающей корневой системе. Из многолетних зернобобовых трав люцерна занимает ведущее место в изученных условиях. Люцерна – высокоурожайное, многокультурное растение [5]. Она может много лет расти на одном месте и давать стабильно высокие урожаи зеленой массы и сена с высоким содержанием белка [4]. Люцерна используется в посевах различных агрофитоценозов для весеннего и летнего использования, а также для закрепления почв, подверженных ветровой и водной эрозии [6, 7]. Однако рациональное размещение люцерны на территории засушливой зоны имеет немаловажное значение в решении проблемы повышения урожайности люцерны. С этой целью необходимо определить климатические характеристики данной культуры, т.е. найти показатели, определяющие ее связь с климатом [3, 8].

Цель исследования – изучить влияние агрометеорологических условий на формирование урожая люцерны в засушливой зоне юга России (Волгоградская область).

Материал и методы исследования. Агрометеорологические наблюдения за условиями развития люцерны синегибридной (*Medicago sativa* L.) проводились на опытных площадках размером до 6 м² и производственных участках площадью до 300 кв. м. в четырехкратной повторности. В течение периода (апрель-август) определялась влажность почвы, отмечалось состояние и фазы вегетации растений, а также велись метеорологические наблюдения за осадками, температурой и влажностью воздуха. Климатические условия зоны исследований резко континентальные. Годовая сумма осадков составляет 200-300 мм. Почвенный покров представлен светло-каштановыми почвами от легких супесчаных до суглинистых, содержание гумуса в них от 0,7% до 2,1%. Глубина залегания грунтовых вод колеблется от 7 до 20 м, возможность возделывания люцерны в этой зоне определяется её засухоустойчивостью. Погодные условия периода проведения исследований проанализированы по данным метеостанции г. Волгоград. Обработку метеоданных проводили по следующим показателям: сумма осадков и температуры за фазы возобновление вегетации-ветвление, ветвление-бутонизация (апрель-май), за период от сбора урожая до начала весеннего отрастания (август-март). Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом. Учёт полученного урожая определяли укосным способом, поделячно. Статистическая обработка результатов исследований выполнена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием программы EXCEL 2010 и STATGRAPHICS+5.0.

Результаты исследования и их обсуждение. В периоды весенне-летних засух люцерна обладает особенностью приостанавливать рост и возобновлять его с выпадением осадков. При достаточном увлажнении даёт обильную зелёную массу. Рассматриваемые годы наблюдений (2022-2024) были близкими по степени увлажнения. Колебания недостатка почвенной влаги наблюдались в небольших пределах от 98 до 122 мм. Максимальная величина урожая сена люцерны 2,02 т/га отмечалась при дефиците её 98 мм (таблица 1).

Таблица 1 – Влагообеспеченность люцерны за период (2022-2024 гг.)

Год наблюдений	Начало вегетации	Уборка (фаза цветения)	Запас продуктивной влаги, мм		Сумма осадков за период вегетации, мм	Общий расход влаги, мм	Оптимальная потребность во влаге, мм	Недосток влаги, мм	Урожай сена, т/га
			на начало вегетации	в период уборки					
2022	4IV	8VI	53	31	95	148	246	98	2,02
2023	24III	5VI	43	38	109	137	256	119	1,45
2024	25III	3VI	37	59	85	178	300	122	1,73

С началом весеннего отрастания люцерны предъявляет различные требования к факторам среды не только по фазам вегетации, но и в различные годы жизни. Так, посевы люцерны первого года жизни характеризуются замедленным ходом развития в начальные периоды вегетации и проявляют чувствительность к температурным условиям. По мнению ряда авторов наблюдаемые в ранневесенний период яровизации. У люцерны этот период продолжается до начала образования стеблей.

Наилучший эффект для стадии яровизации проявляется при температуре воздуха не ниже 0. Более четко влияние температурного фактора на посевы люцерны характеризуют суммы эффективных температур (>5).

При достаточном почвенном увлажнении начало весеннего отрастания во многом определяется температурными условиями предшествующего периода от устойчивого перехода через 0° до начала возобновления вегетации, которое приходится на вторую половину марта. Повышение среднедекадной температуры воздуха за указанный период до 9° определило активное его начало в 2023 и 2024 гг. дата возобновления вегетации отмечена соответственно 24 и 25 марта. В 2022 г. отрастание люцерны отмечено в значительно более поздний срок – 4 апреля, в декаду перехода среднесуточной температуры воздуха 5 и 10°. Кроме того, позднюю дату весеннего отрастания определил предшествующий засушливый осенний период 2021 г. Запасы влаги в послеуборочный период (первая декада августа) в 0-100 см слое почвы составили лишь 27 мм. Для посевов люцерны последующих лет жизни погодные условия определяют продолжительность межфазного периода возобновления вегетации-ветвление. При более поздней дате весеннего отрастания (7 апреля) отмечена наименьшая продолжительность его до 36 дней (таблица 2).

Таблица 2 – Распределение метеорологических элементов в период возобновление вегетации-ветвление

Год наблюдений	Возобновление вегетации-ветвление	Продолжительность периода, дни	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма эффективных температур, °С	Сумма среднесуточных дефицитов, мм	Сумма осадков, мм	Запасы влаги (мм) на начало вегетации в слоях, см	
							0-20	0-100
2022	7IV- 13V	36	12,6	247	-19,2	20,5	25,5	42,6
2023	2IV-7V	35	12,5	259	+7,8	43,3	16,1	52,9
2024	1IV-6V	34	16,1	358	-25,4	8,6	5,3	36,6

Формирование урожая зеленой массы люцерны продолжается в течение всего периода вегетации. Однако максимальная величина прироста, как всего, так и линейного, приходится на фазу бутонизации, когда растения достигают максимальных значений, как по высоте, так и по количеству зеленой массы. Поэтому за данный межфазный период люцерны испытывает наибольшую потребность во влаге, так как ее больше и расходует. В связи с этим определяющим фактором в указанную фазу является почвенное увлажнение.

При запасах влаги в почве, близких к оптимальным пределам, 55-65% наименьшей полевой влагоемкости и равномерном распределении метеорологических элементов фаза бутонизации продолжается 15-17 дней (таблица 3).

Таблица 3 – Распределение метеорологических элементов в период ветвление-бутонизация

Год наблюдений	Ветвление-бутонизация	Продолжительность периода, дни	Среднесуточная температура воздуха, °С	Сумма эффективных температур, °С	Сумма среднесуточных дефицитов, мм	Сумма осадков, мм	Запасы влаги (мм) на начало вегетации в слоях, см	
							0-20	0-100
2022	13V- 9VI	28	17,4	270	+19,0	55	16,9	37,7
2023	7V-3VI	28	17,6	297	-26,9	15	7,6	28,4
2024	6V-30V	26	15,0	181	-38	0,3	2,5	34,0

Результаты исследований позволили выявить основные периоды, определяющие урожайность сена люцерны. Это предшествующий осенне-зимний период (август-март) и период с максимальным приростом - апрель, первая половина мая. При наличии отрастания отавы, которое наблюдается при запасах влаги в послеуборочный период от 36 до 50 мм в метровом слое, максимальный прирост люцерны приходится на фазу ветвления и начало бутонизации. Запасы влаги в период максимального прироста составили 85-100 мм в слое почвы 0-100 см. Конечную величину урожайности сена люцерны определяет также продолжительность периода с максимальным приростом. С увеличением продолжительности периода от 5 до 15 суток урожайность сена увеличивается от 1,4 до 1,9 т/га.

Заключение

Влажность почвы является основным лимитирующим фактором урожайности сена и семян люцерны. Наибольшее влияние на продуктивность оказывает увлажнение в фазу ветвления (первая половина мая), что подтверждается высоким коэффициентом корреляции ($r = 0,72$).

Продолжительность периода с максимальным приростом (апрель, первая половина мая) напрямую влияет на величину урожая: увеличение его с 5 до 15 суток повышает урожайность сена с 1,4 до 1,9 т/га.

Средняя урожайность сена люцерны в условиях засушливой зоны юга России за исследуемый период составила 1,73 т/га, с колебаниями от 1,45 до 2,03 т/га в зависимости от влагообеспеченности и сроков уборки.

Люцерна представляет собой оптимальную альтернативу нестабильным естественным сенокосам, обеспечивая не только высокую и более предсказуемую урожайность, но и ценный белковый корм, способствуя одновременно накоплению биологического азота в почве и защите её от эрозии.

Данное исследование было выполнено в рамках Государственного задания № 124013000642-9 «Разработка теории и системы мероприятий устойчивого функционирования пастбищных экосистем в аридных и субаридных зонах Прикаспия».

Список литературы

1. Гончаров, В. Д. Решение проблемы кормового белка в животноводстве / В. Д. Гончаров, В. В. Рау // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2019. – № 1 (46). – С. 64-69.
2. Гребенников, В. Г. Способы улучшения низкопродуктивных сенокосов и пастбищ в засушливых районах / В. Г. Гребенников, И. А. Шипилов, О. В. Хонина, Л. Р. Ашибокова // Аграрная наука. – 2021. – № 7-8. – С. 81-84. – DOI 10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-81-84.
3. Епифанова, И. В. Оценка образцов люцерны на засухоустойчивость в условиях Среднего Поволжья / И. В. Епифанова, О. А. Тимошкин // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 4. – С. 48-51.
4. Карнаухова, Н. А. Кормовая характеристика и состояние ценопопуляций *Medicago falcata* L. в Сибири / Н. А. Карнаухова, С. Я. Сыева // Тимирязевский биологический журнал. – 2023. – № 2. – С. 6-18. – DOI 10.26897/2949-4710-2023-2-6-18.
5. Лазарев, Н. Н. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, Е. М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 18-25.
6. Ломов, М. В. Люцерна - высокобелковая кормовая культура / М. В. Ломов, Ю. М. Писковацкий // Адаптивное кормопроизводство. – 2021. – № 3. – С. 6-15. – DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2021-3-6-15.
7. Турко, С. Ю. Интенсивность формирования травостоя на имитационных моделях пастбищ различного сезона использования / С. Ю. Турко, К. Ю. Трубакова // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 11 (202). – С. 37-44. – DOI 10.32417/1997-4868-2020-202-11-37-44.
8. Ur Rahman Kh., M. Khalifa Bin Thaleth, K. Shalpykov () Enhancing alfalfa production in marginal sandy soils / Proceedings of the National Academy of Science of Kyrgyz Republic. – 2023. – № 7. – P. 284-292.

References

1. Goncharov, V. D. Solving the Problem of Feed Protein in Animal Husbandry / V. D. Goncharov, V. V. Rau // Economics, Labor, and Management in Agriculture. – 2019. – No. 1 (46). – Pp. 64-69.

2. Grebennikov, V. G. Methods of Improving Low-Productive Hayfields and Pastures in Arid Regions / V. G. Grebennikov, I. A. Shipilov, O. V. Khonina, L. R. Ashibokova // Agrarian Science. – 2021. – No. 7-8. – Pp. 81-84. – DOI 10.32634/0869-8155-2021-351-7-8-81-84.
3. Epifanova, I. V. Evaluation of Alfalfa Samples for Drought Resistance in the Conditions of the Middle Volga Region / I. V. Epifanova, O. A. Timoshkin // International Agricultural Journal, 2018, No. 4, pp. 48-51.
4. Karnaukhova, N. A. Feeding characteristics and condition of cenopopulations of *Medicago falcata* L. in Siberia / N. A. Karnaukhova, S. Ya. Syeva // Timiryazevsky Biological Journal. – 2023. – No. 2. – Pp. 6-18. – DOI 10.26897/2949-4710-2023-2-6-18.
5. Lazarev, N. N. Lucerne in the System of Sustainable Fodder Production / N. N. Lazarev, O. V. Kukharenskova, E. M. Kurenkova // Fodder Production. – 2019. – No. 4. – Pp. 18-25.
6. Lomov, M. V. Lucerne is a high-protein fodder crop / M. V. Lomov, Yu. M. Piskovatsky // Adaptive Fodder Production. – 2021. – No. 3. – Pp. 6-15. – DOI 10.33814/AFP-2222-5366-2021-3-6-15.
7. Turko, S. Yu. Intensity of formation of a herbage stand on imitation models of pastures of different seasons of use / S. Yu. Turko, K. Yu. Trubakova // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2020. – No. 11 (202). – Pp. 37-44. – DOI 10.32417/1997-4868-2020-202-11-37-44.
8. Ur Rahman Kh., M. Khalifa Bin Thaleth, K. Shalpykov () Enhancing alfalfa production in marginal sandy soils / Proceedings of the National Academy of Science of Kyrgyz Republic. – 2023. – № 7. – P. 284-292.

ЗНАЧЕНИЕ ФИТОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В СЕЛЕКЦИИ ЛЕСНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К МИКОЗАМ

Ширнина Л.В., доктор с.х. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. отдела селекции и семеноводства ФГБУ «ВНИЛГИСбиотех», Россия, Воронеж

Аннотация. Показаны результаты многолетнего фитопатологического мониторинга развития трёх патосистем в автохтонных насаждениях, производственных и опытных культурах трех видов лесных древесных пород: «дуб черешатый – мучнистая роса», «орех грецкий – антракноз», «сосна Веймутова – пузырчатая ржавчина». Регионы исследований: ЦЧР (Воронежская, Белгородская, Курская, Липецкая, Тамбовская области), Калининградская, Орловская области, Краснодарский край (г. Белореченск, станица Натухаевка). Учеты распространения и степени развития грибных болезней (микозов) проведены по общепринятым и усовершенствованным автором шкалам. Акцентируется внимание на особенностях развития конкретных патосистем. Подчеркивается необходимость длительного мониторинга их развития, точного определения сроков начала развития инфекции и их прогнозирования, её динамики течении сезона вегетации и периода достижения максимального уровня. Говорится о важности установления типа трофической функции и жизненной стратегии возбудителей болезней, оптимальных сроков проведения оценочных учетов, критериев и методов определения уровня восприимчивости растений в каждом конкретном случае, что является необходимым условием для корректной оценки и эффективного отбора на устойчивость к соответствующим микозам. Заключение автора обосновано большим объемом многолетних данных, обработанных методами биологической статистики.

Ключевые слова: лесные породы, патосистемы, микозы, мониторинг, устойчивость, селекция.

THE IMPORTANCE OF PHYTOPATHOLOGICAL MONITORING IN THE SELECTION OF FOREST WOODY PLANTS FOR RESISTANCE TO MYCOSES

Shirnina L.V., Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Leading Researcher of the Department of Breeding and Seed Production of the Federal State Budgetary Institution "VNILGISbiotech." Russia, Voronezh

Abstract. The results of long-term phytopathological monitoring of the development of three pathosystems in autochthonous plantations, production and experimental crops of three types of forest tree species are shown: "common oak - powdery mildew," "walnut - anthracnose," "White pine - bubble rust." Research regions: CHR (Voronezh, Belgorod, Kursk, Lipetsk, Tambov regions), Kaliningrad, Oryol regions, Krasnodar Territory (Belorechensk, Natukhaevka village). Records of the spread and degree of development of fungal diseases (mycoses) are carried out according to the scales generally accepted and improved by the author. Attention is focused on the features of the development of specific pathosystems. The need for long-term monitoring of their development, accurate determination of the timing of the onset of the development of infection and their forecasting, its dynamics during the growing season and the period of reaching the maximum level is emphasized. The importance of establishing the type of trophic function and life strategy of disease agents, the optimal timing of assessment records, criteria and methods for determining the level of plant susceptibility in each case, which is a prerequisite for correct assessment and effective selection for resistance to appropriate mycoses, is discussed. The author's conclusion is justified by the large amount of long-term data processed by biological statistics methods. The results of long-term phytopathological monitoring of the development of three pathosystems in autochthonous plantations, production and experimental crops of three types of forest tree species are shown: "sweet oak - powdery dew," "walnut - anthracnose," "Veimutova pine - bubble rust." Research regions: CHR (Voronezh, Belgorod, Kursk, Lipetsk, Tambov regions), Kaliningrad, Oryol regions, Krasnodar Territory (Belorechensk, Natukhaevka village). Records of the spread and degree of development of fungal diseases (mycoses) are carried out according to the scales generally accepted and improved by the author. Attention is focused on the features

of the development of specific pathosystems. The need for long-term monitoring of their development, accurate determination of the timing of the onset of the development of infection and their forecasting, its dynamics during the growing season and the period of reaching the maximum level is emphasized.

Keywords: forest species, pathosystems, mycoses, monitoring, sustainability, selection.

Введение. Устойчивость к грибным заболеваниям (микозам) декларируется как необходимый признак плюсовых деревьев, форм и сортов, выделяемых при обследовании на устойчивость деревьев в производственных, опытных культурах и клоновых архивах или получаемых в процессе практической селекции [1-4 и др.].

В отличие от таких основных признаков как рост в высоту и по диаметру, хорошо выраженных и медленно изменяющихся в течение многих лет, признак устойчивости гораздо сложнее, поскольку уровень его проявления зависит от многих причин. Среди них главными являются возраст растений, погодные условия, расовый состав возбудителей болезней. Возраст – в силу известной «возрастной устойчивости», когда патоген способен поражать растения на определенном этапе их онтогенеза, погода – в силу её непредсказуемого проявления в сезоны вегетации и соответствующего влияния на метаболизм растений, расовый состав патогенов – благодаря их ежегодной половой репродукции, при которой возникают новые формы, способные к более активному распространению и повышенной агрессивности.

Именно поэтому, как показывает опыт, корректную оценку устойчивости растений нельзя получить в течение одного вегетационного сезона и необходимы многолетние оценочные учёты на протяжении не менее пяти лет, различных по погодным и иным условиям [5]. Данные ФМ позволяют повысить уровень результативности селекции на устойчивость и снизить риск ошибочных заключений об их ценности.

Цель исследования: установить и показать значение длительного фитопатологического мониторинга (ФМ) в насаждениях лесных древесных пород для их селекции на устойчивость к микозам.

Материалы и методы исследования. Объекты – лесные автохтонные насаждения, производственные и опытные культуры, архивы клонов, семенное

потомство деревьев различных селекционных категорий, расположенные на территории ЦЧР (Белгородская, Воронежская, Курская, Липецкая, Тамбовская области), Калининградской и Орловской областей, Краснодарского края.

Методы: – фитопатологическая оценка на устойчивость по общепринятой в фитопатологии [6] и усовершенствованной нами [5] шкале; – определение характера течения инфекционного процесса по скорости его распространения (регулярные учеты с конкретными данными); – оценка уровня и типа развития болезни по общепринятым формулам [7]; – визуальное выявление форм проявления болезни и их агрессивности путем измерений роста в высоту и по диаметру с помощью высотомера и линейки таксатора и установление статистически значимого по t -критерию Стьюдента влияния степени развития болезни на рост растений и состояние насаждений (бонитет, полнота, равномерность расположения деревьев).

В качестве примеров, результаты изучения которых наглядно свидетельствуют об особенностях и оптимальной продолжительности фитопатологических учетов и оценок, приводим материалы исследования трёх эпифитотийных патосистем: «дуб – мучнистая роса», «орех грецкий – антракноз» и «сосна веймутова – пузырчатая ржавчина».

Результаты исследования и их обсуждение. Многолетний ФМ (от семи – антракноз, до 30 лет – мучнистая роса, пузырчатая ржавчина) [5] показал, что появление первых признаков болезни на дубе можно наблюдать в разные годы в период от середины июня до середины июля, пустулы пузырчатой ржавчины (явный, наиболее характерный признак болезни) – во второй-третьей декаде апреля. Начало этих периодов сдвигается в зависимости от характеристик весны – ранняя или поздняя. В отличие от названных двух патосистем, первые пятна антракноза ореха в Краснодарском крае появляются регулярно в первых числах мая.

Очевидно, что сроки появления первых признаков антракноза стабильны, поэтому их прогнозирование не требуется. Для определения даты начала наблюдений за развитием мучнистой росы дуба и пузырчатой ржавчины пятихвойных сосен необходима разработка прогнозной модели. Это возможно при наличии целого ряда точных дат, установленных в конкретном регионе при личных исследованиях или частично заимствованных из литературных источников. Для мучнистой росы такой прогноз разработан в связи с

необходимостью определения оптимальных сроков проведения защитных мероприятий [5]. Прогнозирование появления спороношений пузырчатой ржавчины – проблема будущего.

В процессе изучения динамики развития болезни в течение сезона вегетации определяются такие важные показатели, как трофическая функция возбудителя болезни (биотрофия, гемибитрофия, сапро- или некротрофия), его жизненная стратегия (г – интенсивное распространение, или К – низкий потенциал распространения в течение сезона вегетации), скорость распространения инфекции и динамика нарастания поражённости растений.

В изученных нами патосистемах патогены с течением сезона вегетации развиваются как биотрофы, поражающие живые ткани растений и имеющие г-стратегию жизни (возбудитель мучнистой росы) или К-стратегию (возбудитель пузырчатой ржавчины), а зимуют с форированием половой стадии в отмерших тканях на почве. Возбудитель атракноза относится к гемибитрофам с К-стратегией жизни, так как проникает в живые клетки, убивает их и продолжает свою жизнедеятельность как некротроф, вплоть до ухода на зимовку поздней осенью, на листьях, опавших на почву. Такие данные нужны не только для общей характеристики и оценки вредоносности патогенов, но и для разработки способов оперативной защиты насаждений.

Оценку растений на устойчивость к микозам эпифитотийного типа, развивающихся ежегодно на всех растениях, обычно проводят на высоком инфекционном фоне – в период максимального развития болезни, иногда – с помощью метода искусственного заражения растений. Однако, например, определенная закономерность, выявленная нами в ходе 29-летних наблюдений – периодические депрессии мучнистой росы, связанные с динамикой 11-летних циклов солнечной активности, свидетельствуют о том, что в эти годы, повторяющиеся через 10-12 лет, отбор на устойчивость будет не корректным из-за низкой степени пораженности всех деревьев, когда разницу между отдельными экземплярами установить не возможно. Аналогичное явление наметилось и при работе с антракнозом – депрессия болезни в 1992 году, одновременно с мучнистой росой дуба в г. Воронеже.

Для болезней мучнистой росы дуба и антракноза ореха оценку следует проводить с начала до середины августа, для пузырчатой ржавчины в апреле, в

период развития спороношений возбудителя болезни. Продолжительность оценочной работы – ФМ в течение не менее пяти лет.

Отбор устойчивых особей дуба в питомнике на стадии сеянцев в возрасте от 1 до 3-х лет показал, что все растения восприимчивы к болезни, однако её уровень варьирует по годам, что не позволяет выделить устойчивые семьи. Оценка устойчивости взрослых деревьев показала аналогичные результаты, но эти данные требуют дальнейшего накопления.

Очень интересные результаты получены в ходе пятилетней оценки на устойчивость ореха грецкого к антракнозу. На участке испытательных культур потомства плюсовых по уровню и качеству плодоношения, отобранных в пяти южных регионах Европейской части РФ, деревья распределились следующим образом (таблица).

Таблица – Соотношение числа деревьев орех грецкого со стабильной и лабильной реакцией на возбудителя антракноза в испытательных культурах

Район отбора материнского дерева	Количество деревьев с измененной степенью развития болезни, по сравнению с предыдущим годом, %						Число деревьев с неизменным баллом в течение 1986-89 гг.			
	повышенная			пониженная			до 2-х	3	4	5
	1987	1988	1989	1987	1988	1989				
Краснодарский край	77,4	11,4	62,2	22,6	88,6	37,8	0,8	3,5	5,4	12,7
Ростовская область	214,8	25,6	92,2	85,2	74,4	7,8	1,5	6,0	9,7	5,2
Ставропольский край	84,4	59,4	32,2	15,6	40,6	67,8	1,4	4,0	7,6	6,9
Дагестан	71,0	26,3	60,0	29,0	73,7	40,0	0	1,5	6,6	3,8
Чечня, Ингушетия	82,9	42,1	51,8	17,1	57,9	48,2	0	3,9	6,8	12,6

В общем объеме исследованного материала было выделено лишь 0,6 % особей с долговременной относительной устойчивостью к болезни, что свидетельствует об их ценности и возможности выделения только результате ФМ.

Иной порядок отбора на устойчивость сосны веймутовой обусловлен результатами ретроспективной оценки характера развития пузырчатой ржавчины в насаждениях различного возраста (от сеянцев до 110 лет). Сеянцы и молодые культуры поражаются сильно (40-60 % больных), распространение болезни происходит ежегодно, но однократно (осенью), отпад погибших

деревьев максимальный до 20-летнего возраста (до 5 % в год, общий – до 60 %). В интервале 20-40 лет число заражений новых деревьев резко снижается до 12 %, а после 40 лет становится минимальным (7 %), стабилизируется и практически безопасно. Именно поэтому, в отличие от дуба и ореха, отбор на устойчивость данной породы можно проводить только после 40 лет. Совершенно очевидно, что без длительных наблюдений на одних и тех же объектах или одновременных – в культурах разного возраста эту особенность выявить невозможно.

Заключение

Изложенные материалы достаточно четко показывают, что корректную оценку на устойчивость к микозам лесных древесных растений можно дать только при многолетних исследованиях в процессе длительного фитопатологического мониторинга, позволяющего учесть все особенности развития конкретных патосистем.

Список литературы

1. Ячевский, А. А. О значении селекции в деле борьбы с грибными болезнями культурных растений / А. А. Ячевский // Тр. Бюро по микол. и фитопатол. – 1911. – № 8. – С. 38.
2. Озолин, Г. П. Вопросы селекции древесных пород на иммунитет к болезням и вредителям / Г. П. Озолин // Защита леса от вредителей и болезней. – М. : Колос, 1972. – С. 50-59.
3. Крюкова, Е. А. Биоэкологические основы защиты дуба и ильмовых от сосудистых микозов на юго-востоке европейской части РСФСР : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Л., 1988. – 42 с.
4. Кострикин, В. А. Генетика и селекция лесов будущего / В. А. Кострикин, А. И. Ирошников // Лесное хозяйство России: начало третьего тысячелетия. – М. : ВНИИЛМ, 2003. – С. 159-176.
5. Ширнина, Л. В. Мониторинг развития патосистем в насаждениях древесных растений: экобиологические основы и практическое значение : монография / Л. В. Ширнина, В. К. Ширнин, И. Я. Львович ; под. ред. д-ра биол. наук Е. А. Мелькумовой. – Воронеж : ИПЦ Научная книга, 2014. – 204 с. – ISBN 978-5-4446-0549-3.

6. Хохрякова, Т. М. Методические указания по применению фитопатологических способов оценки устойчивости плодово-ягодных культур к возбудителям грибных болезней / Т. М. Хохрякова, И. И. Минкевич. – Л. : Изд-во ВИР, ВИЗР, 1969. – 57 с.

7. Великанов, Л. Л. Полевая практика по экологии грибов и лишайников / Л. Л. Великанов, И. И. Сидорова, Г. Д. Успенская. – М. : МГУ, 1980. – 112 с.

References

1. Yachevsky A. A. On the importance of selection in the fight against fungal diseases of cultivated plants // Tr. Mycol Bureau. And phytopathol. – 1911. – № 8. – P. 38.

2. Ozolin G. P. Issues of selection of tree species for immunity to trees and pests // Protection of forests from pests and diseases. – M. : Kolos, 1972. – Pp. 50-59.

3. Kryukova E. A. Bioecological foundations of the protection of oak and elm from vascular mycoses in the southeast of the European part of the RSFSR: Autoref.... diss. doc. agricultural sciences. – L., 1988. – 42 p.

4. Kostrikin V. A., Iroshnikov A. I. Genetics and selection of forests of the future // Lesn. Economy of Russia: the beginning of the third millennium. – M. : VNIILM, 2003. – P. 159-176.

5. Shirnina L. V., Shirnin V. K., Lvovich I. Ya. Monitoring the development of pathosystems in stands of woody plants: ecobiological foundations and practical significance : Monograph ; under. ed. Doc. biol. sciences E. A. Melkumova. – Voronezh : CPI Scientific Book, 2014. – 204 p. – ISBN 978-5-4446-0549-3.

6. Khokhryakova T. M., Minkevich I. I. Methodological guidelines for the use of phytopathological methods for assessing the resistance of fruit and berry crops to pathogens of fungal diseases. – L. : Publishing House VIR, VIZR, 1969. – 57 p.

7. Velikanov L. L., Sidorova I. I., Uspenskaya G. D. Field practice on the ecology of mushrooms and lichens. – M. : Moscow state university, 1980. – 112 p.

СЕКЦИЯ 2. ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ РАСТЕНИЙ

DOI: 10.58168/CSTIBSPC2026_149-155

УДК 630*181

ОСОБЕННОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ФЕНОФАЗ *LIRIODENDRON TULIPIFERA* L., СВЯЗАННЫХ С ОСОБЕННОСТЯМИ КЛИМАТА Г.ВОРОНЕЖА

Дегтярева С.И., к.б.н., доцент каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Дорофеева В.Д., к. с.-х. н., доцент каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Раменская А.С., магистр 2 курса лесного факультета
по направлению подготовки «Ландшафтная архитектура»
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Лириодендрон тюльпановый (*Liriodendron tulipifera* L.) и его гибридные сорта практически повсеместно в регионах культивирования демонстрируют очевидный факт благополучного роста и устойчивости в среде. В г. Воронежа количество высаженных деревьев незначительно, сведения об их эколого-биологических особенностях разрозненны. Из-за резких колебаний климатических факторов в регионе, остаётся ключевым вопросом для изучения абиотической устойчивости вида. Установили местонахождение и количество экземпляров *Liriodendron tulipifera* L. в городской черте, зафиксировали сроки прохождения фенофаз, отметили одновременное влияние температуры и количества осадков. По общепринятой методике изучили перспективность вида по визуальным наблюдениям в указанные промежутки времени. Заболеваний различной этиологии на листьях и побегах нами не обнаружены.

Ключевые слова: *Liriodendron tulipifera* L., фенологические фазы, абиотические факторы, климат, устойчивость.

FEATURES OF THE PASSAGE OF PHENOPHASES LIRIODENDRON TULIPIFERA L., RELATED TO THE CLIMATE FEATURES OF VORONEZH

Degtyareva S.I., Candidate of Biological, Science Associate Professor at the Department of Botany and Dendrology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Dorofeeva V.D., PhD in Agriculture, Associate Professor at the Department of Botany and Dendrology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Ramenskaya A. S., 2th year student of the Faculty of Forestry on "Landscape Architecture" Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. The tulip tree (*Liriodendron tulipifera* L.) and its hybrid varieties demonstrate a clear fact of successful growth and environmental stability in almost all regions of cultivation. In Voronezh, the number of planted trees is insignificant, and information about their ecological and biological characteristics is scattered. Due to the sharp fluctuations in climatic factors in the region, it remains a key issue for studying the abiotic stability of the species. The location and number of specimens of *Liriodendron tulipifera* L. have been established. In the urban area, we recorded the timing of phenological phases and noted the simultaneous influence of temperature and precipitation. Using the standard methodology, we studied the species' prospects based on visual observations during the specified time intervals. We did not detect any diseases of various etiologies on the leaves and shoots.

Keywords: phenological phases, abiotic factors, climate, stability.

Введение. Лириодендрон тюльпановый или тюльпанное дерево (*Liriodendron tulipifera* L.) и род *Liriodendron* принадлежат к семейству Magnoliaceae (Magnoliaceae St.Hil.), это ранняя расходящаяся линия Mesangiospermae [5]. Вид культивируется во многих регионах мира, как для

производства древесины, так и для украшения ландшафта. Также традиционно использовался благодаря своим противомаларийным свойствам. Однако, знания о биологической активности эфирного масла всё же остаются отрывочными [6].

В естественных условиях *Liriodendron tulipifera* занимает склоны и долины рек Северной Америки. Гибридные сорта лириодендрона практически повсеместно в регионах культивирования демонстрируют очевидный факт благополучного роста и устойчивости в среде, тем самым составляя основную стратегию селекции растения [3].

Но, по-мнению группы китайских ученых Weihuang Wu , Sheng Zhu, Lin Xu и др., слишком низкая или высокая температура или засуха почвы ограничат рост *Liriodendron tulipifera* L. в будущем из-за неблагоприятных условий окружающей среды, поэтому улучшение абиотической устойчивости было и остаётся ключевым вопросом для изучения [4].

Тюльпанное дерево весьма привлекательно своим габитусом и представляет интерес для зеленого строительства г. Воронежа. Но, на практике наблюдается следующая картина – вид высажен единичными экземплярами, непродуманно.

Цель исследования – изучить эколого-биологические особенности *Liriodendron tulipifera* L. семейства Magnoliaceae (Magnoliaceae) в пределах городской черты Воронежа и получить первоначальные сведения о сроках прохождения фенологических фаз.

Материал и методы исследования.

Объект исследования – экземпляры *Liriodendron tulipifera* L. в г. Воронеже.

Проведены фенологические наблюдения и оценка перспективности с мая по сентябрь в 2023, 2024, 2025 гг. По общепринятой методике изучили перспективность вида по визуальным наблюдениям в указанные промежутки времени [1]. Количественные данные о температуре и влажности вегетационного сезона взяты с сайта [7]. Основной задачей исследования считаем получение сведений об устойчивости к абиотическим факторам *Liriodendron tulipifera* на основе прохождения фенофаз.

Результаты исследования и их обсуждение. *Liriodendron tulipifera* L. зафиксирован единично или в нескольких экземплярах в г. Воронеж:

Ботанический сад ФГБОУ ВО ВГУ им. Б.А. Келлера, Алексеево-Акатовский женский монастырь, лесопарковый участок ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех», палисадники и садики жителей г. Воронежа.

В ботсаду ВГУ произрастет 3 образца, возрастом примерно 52 лет, средняя высота 8-9 м, диаметр ствола 13 см. В монастыре г.Воронежа обнаружен 1 экземпляр высотой 3,8 м, диаметр ствола 19 см. Отмечено хорошее внешнее состояние в возрасте 20 лет. В лесопарковом участке ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех» находится 1 экземпляр. Возраст дерева 52 лет. В частных приусадебных участках (5 хозяйств) обнаружили по 1 экземпляру лириодендрона высотой от 4 до 5 м, диаметром 18-20 см. Все выявленные нами экземпляры данной породы цветут и плодоносят.

К главным задачам фенонаблюдений можно отнести следующие показатели: установить синхронность в наступлении определенных фаз в жизни растений, их соответствие климатическим срокам определенного района произрастания. И, поскольку сроки сезонного развития в районах интродукции изменчивы, то постараться предположить насколько это окажет влияние на биологию и экологию вида.

В таблице 1 приведены сведения о сроках прохождения фенофаз *Liriodendron tulipifera* L.

Таблица 1 – Сроки прохождения фенологических фаз

Год	Дата разверзания почек	Дата начала		Средняя продолжительность, сутки			Зимостойкость, баллы
		роста	цветения	роста	цветения	вегетации	
2023	11.04	13.04	18.05	108	21	175	II
2024	01.04	17.04	25.05	102	19	173	I
2025	09.04	20.04	01.06	98	17	171	II

Норма среднемесячной температуры в апреле 2023 г. и 2025 г. составила +8,7⁰С, фактическая варьировала незначительно от +9,9-11,3⁰ С, предполагаем, что это сказалось на практически одинаковых сроках разверзания почек (9 и 11 апреля). Количество выпавших осадков в виде мокрого снега с дождём и дождя (при норме 41 мм) разнится по годам: в 2023 г. – 78 мм, 2025 г. – всего лишь 15 мм. В связи с этим рост побегов в 2023 г. начался сразу после разверзания почек –13 апреля, срок цветения в 2025 г. сместился ровно на 2 недели – 25 мая.

Несмотря на то, что среднее количество осадков в зимние месяцы 2023 г. было значительно больше (123 мм), но среднемесячная температура примерно одинаковая, то балл обмерзания был одинаков – II балла.

В апреле 2024 г. среднемесячная температура была рекордно высокой +14,6 °С (отклонение от нормы +5,9°С), количество осадков, наоборот, низким – 11 мм. Разверзание почек зафиксировали 1 апреля. Температура в июне составила +21,5°С, однако, количество осадков самое низкое за время исследования (39 мм), практически в 3 раза меньше, чем в 2023 г. Побегов в рост тронулись 17 апреля (средний результат в сравнении с другими годами), обмерзание однолетних побегов не наблюдалось. Зимняя температура была выше нормы: +2,9°С, но в тоже время растения не были полностью покрыты снегом, так как осадков выпало всего 39 мм. Цветение регистрировали 1 июня.

Заболеваний различной этиологии на листьях и побегах нами не обнаружены. Но, проявление двух типов листовенного антракноза зафиксировано на отдельных деревьях в Китае, где порода наиболее активно культивируется [2]. Один тип – антракноз с желтым ореолом (кольцо хлороза), характеризующийся множеством мелких круглых некротических поражений, каждое из которых окружено толстым кольцом хлороза. Зараженные листья полностью желтеют на деревьях, а затем незрело опадают. Другой тип – антракноз без желтого ореола, характеризующийся большими и неправильными некротическими поражениями без толстых желтых краев. Возбудители болезни были идентифицированы как штаммы *Colletotrichum gloeosporioides sensu stricto*.

Заключение

Разница в климатических условиях вызывает изменения в сроках прохождения фенологических фаз древесных пород. В пределах городской черты *Liriodendron tulipifera* L. реагирует одновременно и на температуру воздуха и количество осадков.

Список литературы

1. Лапин, П. И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П. И. Лапин, С. В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. – М., 1974. – С. 7-18.

2. Guiming Dou, Xing Lü, Fei Ren et al. Two distinct leaf anthracnose disease infections in hybrid *Liriodendron* trees in northern China. *European Journal of Plant Pathology*, 2022; 163 (4), 775-787. DOI: // <https://doi.org/10.1007/s10658-022-02514-w>.

3. Hui Xia, Weijie Si, Ziyuan Hao et al. Dynamic changes in the genetic parameters of growth traits with age and their associations with heterosis in hybrid *Liriodendron*. *Tree Genetics & Genomes*, 2021; 17(2), 1-18. DOI: // <https://doi.org/10.1007/s11295-021-01504-z>.

4. Weihuang Wu, Sheng Zhu, Lin Xu et al. Genome-wide identification of the *Liriodendron chinense* WRKY gene family and its diverse roles in response to multiple abiotic stress. *BMC plant biology*, 2022; 22 (1), 25. DOI: // <https://doi.org/10.1186/s12870-021-03371-1>.

5. Jinhui Chen, Zhaodong Hao, Xuanmin Guang, et al. *Liriodendron* genome sheds light on angiosperm phylogeny and species–pair differentiation Jinhui Chen. *Nature Plants*, 2018; 5(1), 18-25 DOI: // <https://doi.org/10.1038/s41477-018-0323-6>

6. Luana Quassinti, Filippo Maggi ,Federica Ortolani,. et al. Study of new applications of tulip tree (*Liriodendron tulipifera* L.): leaf essential oil as an apoptotic agent in human glioblastoma. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2019; 26(29), 30485-30497. DOI: // <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06217-4>.

7. Погода и климат. – URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения 18.01.2026).

References

1. Lapin P. I., Sidneva S. V. Ocenka perspektivnosti introdukcii drevesnyh rastenij po dannym vizual'nyh nablyudenij // Opyt introdukcii drevesnyh rastenij. – M., 1974. – S. 7-18.

2. Guiming Dou, Xing Lü, Fei Ren et al. Two distinct leaf anthracnose disease infections in hybrid *Liriodendron* trees in northern China. *European Journal of Plant Pathology*, 2022; 163 (4), 775-787. DOI: // <https://doi.org/10.1007/s10658-022-02514-w>.

3. Hui Xia, Weijie Si, Ziyuan Hao et al. Dynamic changes in the genetic parameters of growth traits with age and their associations with heterosis in hybrid *Liriodendron*. *Tree Genetics & Genomes*, 2021; 17(2), 1-18. DOI: // <https://doi.org/10.1007/s11295-021-01504-z>.

4. Weihuang Wu, Sheng Zhu, Lin Xu et al. Genome-wide identification of the *Liriodendron chinense* WRKY gene family and its diverse roles in response to multiple abiotic stress. *BMC plant biology*, 2022; 22 (1), 25. DOI: // <https://doi.org/10.1186/s12870-021-03371-1>.
5. Jinhui Chen, Zhaodong Hao, Xuanmin Guang, et al. *Liriodendron* genome sheds light on angiosperm phylogeny and species–pair differentiation Jinhui Chen. *Nature Plants*, 2018; 5(1), 18-25 DOI: // <https://doi.org/10.1038/s41477-018-0323-6>.
6. Luana Quassinti, Filippo Maggi, Federica Ortolani, et al. Study of new applications of tulip tree (*Liriodendron tulipifera* L.): leaf essential oil as an apoptotic agent in human glioblastoma. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2019; 26(29), 30485-30497. DOI: // <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06217-4>.
7. Pogoda i klimat. – URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения 18.01.2026).

К ВОПРОСУ О СПОСОБАХ И ПРИЁМАХ ПОЭТАПНОГО СЕМЕННОГО РАЗМНОЖЕНИЯ СЕМЕЙСТВА СОСНОВЫЕ (PINACEAE)

Дегтярева С.И., к.б.н., доцент каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Дорофеева В.Д., к. с.-х. н., доцент каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Медведева А.И., бакалавр 4 курса лесного факультета
по направлению подготовки «Экология и природопользование»
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Интродукции в мировой и российской практике – это многослойная мозаика, где каждый фрагмент обусловлен комбинацией климатических, почвенных, генетических и организационных факторов. Обобщать её в один «универсальный рецепт» бессмысленно. Правильнее опираться на накопленный массив данных по странам и регионам, учитывать специфические ограничения. Мы отработали приёмы по проращиванию семян для определения их всхожести. Выяснилось, что семена по времени сбора имели неоднозначную всхожесть: семена ранних сборов имели низкую всхожесть (возможно последующее хранение в шишках повысило бы их всхожесть), максимальная же всхожесть 10 сентября (38,4 %) и наибольшая скорость прорастания наблюдалась у семян, собранных и 30 августа (от 27,7 % до 35,5 %).

Ключевые слова: размножение, семена, проращивание, сосновые.

ON THE ISSUE OF METHODS AND TECHNIQUES OF STEP-BY- STEP SEED PROPAGATION OF THE PINE FAMILY (PINACEAE)

Degtyareva S.I., Candidate of Biological, Science Associate Professor at the Department of Botany and Dendrology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Dorofeeva V.D., PhD in Agriculture, Associate Professor at the Department of Botany and Dendrology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Medvedeva A.I., 4th year Bachelor of the Forestry Faculty in the field of Ecology and Environmental Management Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. Introductions in global and Russian practice are a multi-layered mosaic, where each fragment is determined by a combination of climatic, soil, genetic, and organizational factors. It is pointless to generalize it into a single "universal recipe." It is more appropriate to rely on the accumulated data from countries and regions and take into account specific limitations. We have developed techniques for germinating seeds to determine their germination rate. It turned out that seeds of different harvest times had ambiguous germination: seeds of early harvests had low germination (possibly subsequent storage in cones would increase their germination), while the maximum germination (38.4%) and the highest germination rate were observed in seeds harvested on September 10 and August 30 (from 27.7 % to 35.5 %).

Keywords: reproduction, seeds, germination, pine.

Введение. Хвойные растения семейства сосновые размножаются семенным путём и вегетативно – прививками и укоренением черенков. Наиболее интересны к изучению различные приёмы в семенном размножении экзотов. Семенная продуктивность – ключевое звено всей интродукционной программы, т.к. без этого невозможно лесовосстановление и выращивание культур [4]. Особенность видов семейства сосновые состоит в том, что репродуктивный цикл растянут во времени, многофакторен и чувствителен к внешним стрессам. Многие сосны переходят к плодоношению при одиночном стоянии деревьев с 7-10-летнего возраста, в групповых посадках и лесных

культурах с 25 лет. Семена созревают в конце августа – в сентябре, в тёплую, солнечную погоду шишки раскрываются и семена вылетают [5].

Цель исследования – изучить особенности сроков сбора, хранения шишек и семян р. *Pseudotsuga* семейства сосновые (Pinaceae) в дендрарии ВГЛТУ.

Материал и методы исследования. Объект исследования – представители р. *Pseudotsuga* семейства сосновые (Pinaceae). Проведены сбор, хранение шишек, подсчёт семян с мая по сентябрь 2025 г. Сбор, подсчёт шишек и семян проводили вручную. Применили экспресс-метод при лабораторном проращивании семян. Основной задачей в перспективе, считаем получение сведений о продуктивности растений и определение основных подходов на пути семенного размножения [3].

Результаты исследования и их обсуждение. В дендрарии ВГЛТУ в 2025 г. начали сбор шишек р. *Pseudotsuga*. Шишки собирали в сроки с 15 августа по 10 октября.

Внешними признаками зрелости шишек являются их медово-желтая или светло-коричневая окраска, выделение на семенных чешуях смолистых капель, темноватая оболочка семени.

При визуальном осмотре шишки были здоровыми. Вообще, фитопатологическая защита шишек – отдельный пласт для изучения. Грибные заболевания типа *Phaeocryptopus gaeumannii* и *Rhabdocline pseudotsugae* поражают не только хвою, но и молодые шишки, особенно в тёплые влажные сезоны. Инфекция приводит к недоразвитию семяпочек, увеличению доли пустых семян и даже к преждевременному опадению шишек.

Хранение семян для хвойных растений ещё один критический участок цепочки. Оптимум – низкая температура, низкая влажность и отсутствие света. При температуре – 18 °С семена сосен сохраняют всхожесть десятилетие и более; при +4 °С – около 5-7 лет. Но важен контроль влажности: пересушивание – разрушает мембраны, переувлажнение – запускает дыхание и плесень.

Собранные в разные сроки шишки мы поделили на 2 части; у одной извлекали семена и производили посев грунт, у другой шишки хранили в холодильнике на нижней полке при температуре +19° С.

Семена псевдотсуги не обладают глубоким покоем и не требуют длительной стратификации. Многие исследовали вообще исключают стратификацию, сообщают, что достаточно за месяц до посева выдержать их во влажном песке при температуре от 0°C до $+5^{\circ}\text{C}$ [1]. Часто семена хвойных пород при предпосевной обработке поливают перекисью водорода очень слабой концентрации.

Мы применили экспресс-метод: предпосевное замачивание семян в тёплой воде ($+20^{\circ}\text{C}$) в течение 5 дней с последующей стратификацией их во влажном песке в течение 10 дней при такой же температуре.

Посев семян осенью произвели в открытый грунт на одном из участков дендрария. Температурный режим осени 2025 г. весьма этому благоприятствовал. По мнению большинства дендрологов, именно осенний посев обеспечивает более высокий выход сеянцев и их лучшее качество.

Норма посева 4 г на 1 м. Почва для посева лёгкая по механическому составу (серая лесная с примесью супесчаных). Семена посеяли в бороздки шириной до 6 см и глубиной 2-3 см. Семена заделали смесью торфа с землёй слоем до 2 см, полили и накрыли спанбондом до появления всходов. Учитывая, что весна в г. Воронеже засушливая, полив следует применять часто, чтобы не допустить высыхания слоя заделки семян. В жаркие дни посева и молодые всходы планируем притенять. Притеночные средства в августе будем удалять, чтобы укрепить стволы.

В процессе выращивания всходов и сеянцев необходимо постоянно вести прополку сорных трав и рыхление почвы. Следует проводить эти работы с большой осторожностью, чтобы не задеть молодые растения, так как малейшее повреждение может быть для них губительным [2].

При анализе мировой литературы нашли интересные сведения по посеву псевдотсуги и выращивание сеянцев в закрытом грунте, к примеру в плёночных теплицах, в контейнерах [6, 7]. Большой успех в последние годы имеют так называемые рулонные контейнеры и опыты выращивания сеянцев на гидропонике.

Вообще, календарь работ должен быть синхронизирован с фенологическими фазами: ранневесенний мониторинг состояния почек; наблюдение за началом пыления и receptive фазой шишек; контроль за развитием шишек летом; диагностика заболеваний в конце сезона; зимняя

инвентаризация и планирование прореживаний. Каждая операция влияет на конечный результат: опоздали с прореживанием – кроны загустелись, шишки недоразвились; пропустили вспышку тли – семена остались мелкими; не внесли микроэлементы – полнозернистость упала.

Полученные из шишек семена (часть партии семян) проращивали в чашках Петри для определения их всхожести.

Выяснилось, что семена ранних сборов имели низкую всхожесть. Особенно низкая всхожесть (18,2 %) была у семян, шишки которых заготавливали 15 августа. Семена оказались незрелыми, возможно последующее хранение в шишках повысило бы их всхожесть.

Максимальная же всхожесть (38,4 %) и наибольшая скорость прорастания наблюдалась у семян, собранных 10 сентября.

Интересным показался следующий факт: семена сбора 30 августа продемонстрировали процент всхожести от 27,7 % до 35,5 %.

Смеем предположить, что именно конец августа является оптимальным для зрелости шишек и семян.

Заключение

Таким образом, семенное размножение хвойных пород, в частности псевдотсуги в условиях Центрально-Чернозёмном региона – многомерное поле, где успех определяется комплексом согласованных решений: точным учётом фенологии, строгим стандартом обработки и хранения семян. У нас, где климатические и почвенные условия предъявляют особые требования, эта система должна быть настроена с максимальной точностью, иначе многие хвойные породы останутся экзотами, а не «рабочими» породами.

Список литературы

1. Аббарова, А. Р. Псевдотсуга Мензиса в Башкирском Предуралье: посевные качества семян / А. Р. Аббарова // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6. – С. 22-24. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22407275>.

2. Дегтярева, С. И. Генеративное размножение *Picea pungens* Engelm. в урбосреде Воронежа: анализ лабораторной всхожести от стратификации семян / С. И. Дегтярева, В. Д. Дорофеева, В. Ф. Шипилова // Лесотехнический журнал. – 2024. – № 3 (55). – С. 75-88. – DOI: [https:// doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2024.3/5](https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2024.3/5).
3. Лапин, П. И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П. И. Лапин, С. В. Сиднева // Опыт интродукции древесных растений. – М., 1974. – С. 7-18.
4. Торчик, В. И. Интродукция Псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в условиях Беларуси / В. И. Торчик, Г. А. Холопук. – Минск, 2013. – 119 с. – URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44556191>.
5. Щепотьев, Ф. Л. Дугласия / Ф. Л. Щепотьев. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 80 с.
6. A. Himes et al. Forestry in the Face of Global Change: Results of a Global Survey of Professionals. Current Forestry Reports. 2023; 9 (6): 473-489. DOI: [https:// doi.org/10.1007/s40725-023-00205-1](https://doi.org/10.1007/s40725-023-00205-1).
7. H. Pretzsch et al. Forest growth in Europe shows diverging large regional trends. Scientific reports. 2023; 13(1): 15373. DOI: [https:// doi.org/10.1038/s41598-023-41077-6](https://doi.org/10.1038/s41598-023-41077-6).
8. Погода и климат. – URL: <https://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения 29.01.2026).

References

1. Abrarova A. R. Psevdotsuga Menzisa v Bashkirskom Predural'e: posevny`e kachestva semyan // Vestnik OGU. – 2009. – № 6. – Р. 22-24. URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22407275>.
2. Degtyareva S. I., Dorofeeva V. D., Shipilova V. F. Generativnoe razmnzhenie Ricea pungens Engelm. v urbosrede Voronezha: analiz laboratornoj vsxozhesti ot stratifikacii semyan // Lesotekhnicheskij zhurnal. – 2024. № 3 (55). – Р. 75-88. – DOI: [https:// doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2024.3/5](https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2024.3/5).
3. Lapin P. I., Sidneva S. V. Ocenka perspektivnosti introdukcii drevesny`x rastenij po danny`m vizual`ny`x nablyudenij // Opy`t introdukcii drevesny`x rastenij. М., 1974. – Р. 7-18.

4. Torchik V. I., Xolopuk G. A. Introdukciya Psevdotsugi Menzisa (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) v usloviyax Belarusi. – Minsk, 2013. –119 p. – URL:<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44556191>.
5. Shhepot`ev F. L. Duglasiya. – M. : Lesn. prom-st`, 1982. – 80 p.
6. A. Himes et al. Forestry in the Face of Global Change: Results of a Global Survey of Professionals. Current Forestry Reports. 2023; 9 (6): 473-489. DOI: [https:// doi.org/10.1007/s40725-023-00205-1](https://doi.org/10.1007/s40725-023-00205-1).
7. H. Pretzsch et al. Forest growth in Europe shows diverging large regional trends. Scientific reports. 2023; 13(1): 15373. DOI: [https:// doi.org/10.1038/s41598-023-41077-6](https://doi.org/10.1038/s41598-023-41077-6).
8. Pogoda i klimat. – URL: [http/http://www.pogodaiklimat.ru](http://http://www.pogodaiklimat.ru) (data obrashheniya: 29.01.2026).

**ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ СОРТОВ
КЛЁНА ОСТРОЛИСТНОГО (*ACER PLATANOIDES* L.)
В ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ**

Дорофеева В.Д., к. с.-х. н., доцент каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж
Дегтярева С.И., к.б.н., доцент каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж
Лобаченко В.Е., бакалавр 2 курса лесного факультета
по направлению подготовки «Лесное дело»
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Декоративная особенность сортов и видов клёна остролистного (*Acer platanoides* L.) обусловлена комплексом морфологических и физиологических признаков, проявляющихся в разные периоды вегетации. Изучали отдельные особи вышеуказанной породы путём визуального и виталитетного обследования на центральной улице нашего города. Проведенный анализ свидетельствует о системном кризисе в создании устойчивых древесных насаждений. Выживание незначительной части деревьев (категории 2-3) с признаками вегетации и репродукции, вероятно, связано с микровариациями в условиях места произрастания.

Ключевые слова: адаптация, урбосреда, инфраструктура, *Acer platanoides* L.

FEATURES OF ADAPTING PLATANOID MAPLE VARIETIES (*ACER PLATANOIDES* L.) IN URBAN INFRASTRUCTURE

Dorofeeva V.D., PhD in Agriculture, Associate Professor at the Department of Botany and Dendrology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Degtyareva S.I., Candidate of Biological, Science Associate Professor at the Department of Botany and Dendrology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Lobachenko V.E., 2nd year bachelor of the Forestry Faculty in the field of "Forestry" Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. The decorative features of the varieties and species of the Norway maple (*Acer platanoides* L.) are determined by a complex of morphological and physiological characteristics that manifest themselves during different periods of vegetation. We studied individual specimens of the above-mentioned species by visual and vitality surveys on the central street of our city. The analysis conducted reveals a systemic crisis in the creation of sustainable tree plantations. The survival of a small number of trees (categories 2-3) with signs of vegetation and reproduction is likely due to microvariations in the growing conditions.

Keywords: adaptation, urban environment, infrastructure, *Acer platanoides* L.

Введение. Важная роль в оздоровления окружающей среды принадлежит зелёным насаждениям. Большое число видов и садовых форм клёна вызывают интерес к этой породе по причинам: экологическая пластичность, относительно быстрый рост, почвоулучшающая роль, высокие физико-механические показатели древесины. Декоративная особенность клёнов обусловлена комплексом морфологических и физиологических признаков, проявляющихся в разные периоды вегетации.

Клён остролистный (*Acer platanoides* L.) – одна из лучших пород для перспективных солитеров, тенистых аллей, красивых групп [1]. Эффектная окраска, а также форма листьев значительно улучшают оформление зелёных насаждений, садовые формы – окраской и формой листьев, формой кроны и характеристикой роста, необычной окраской коры [3].

Экологические функции клёнов косвенно усиливают их декоративную роль: способность поглощать пыль и шум, в урбанизированных зонах повышает качество визуального восприятия ландшафта.

Цель исследования – изучить особенности адаптации сортов клёна остролистного (*Acer platanoides* L.) на проспекте Революции г. Воронежа.

Материалы и методы исследования. На протяжении нескольких лет мы наблюдали за состоянием введенных сортов клёна остролистного, привезенных из Германии и из московского питомника «Гринстар».

Для анализа предоставлены результаты визуального и виталитетного обследования популяции клёнов остролистных, высаженных в рамках проекта реконструкции указанной магистрали [4]. Общее количество особей в выборке составило 220 штук. Оценка состояния проводилась по 5-балльной шкале виталитета, где: 1 балл – отличное состояние (здоровые деревья); 2 балла – ослабленные; 3 балла – сильно ослабленные; 4 балла – усыхающие; 5 балла – сухие (погибшие).

Результаты виталитетной оценки демонстрируют критическое состояние древостоя. Распределение особей по категориям представлено в таблице 1, морфоструктуре – таблица 2.

Таблица 1 – Распределение клёнов по категориям состояния

Категория состояния (балл)	Количество деревьев	Процент от общего количества (%)
1 - Отличное	0	0
2 - Ослабленные	23	10,45
3 - Сильно ослабленные	32	14,55
4 - Усыхающие	82	37,27
5 - Сухие	19	8,64
Не высажено (лунки пустые)	64	29,09

Таблица 2 – Морфологическая характеристика по габитусу деревьев

Категория состояния деревьев	Морфологическая характеристика				
	Кроны	Листьев	Почек и побегов	Прироста	Ствола
Здоровые	Здоровые				
Ослабленные	Слабоажурная с усыханием отдельных ветвей	Листья светлозеленые, часто с желтым оттенком, повреждение листьев до 1/3 общего количества	Недоразвитые, до 25 % почек прошлого года погибли	Часто укорочен, но при избытке азота в воздухе может быть сильно увеличен	Небольшие местные отмирания коры
Сильно ослабленные	Ажурная, изреженная, со значительным усыханием ветвей, суховершинность	Листья светло-зеленые, с бурым оттенком, повреждение листьев достигает 2/3 общего количества	Погибает 30-50% почек прошлого года	Укорочен или полностью отсутствует	Значительное отмирание коры
Усыхающие	Сильно ажурная, усыхание ветвей по всей кроне	Листья мелкие, бледно-зеленые с желтым оттенком, отмечается редкий листопад, повреждение листьев превышает 2/3 общего количества	Сохранилось до 10-15 %	Отсутствует	Отверстия, значительное отмирание коры
Сухие	Сухая	Листьев нет	Почек нет, побеги сухие	Отсутствует	Кора частично или полностью опала

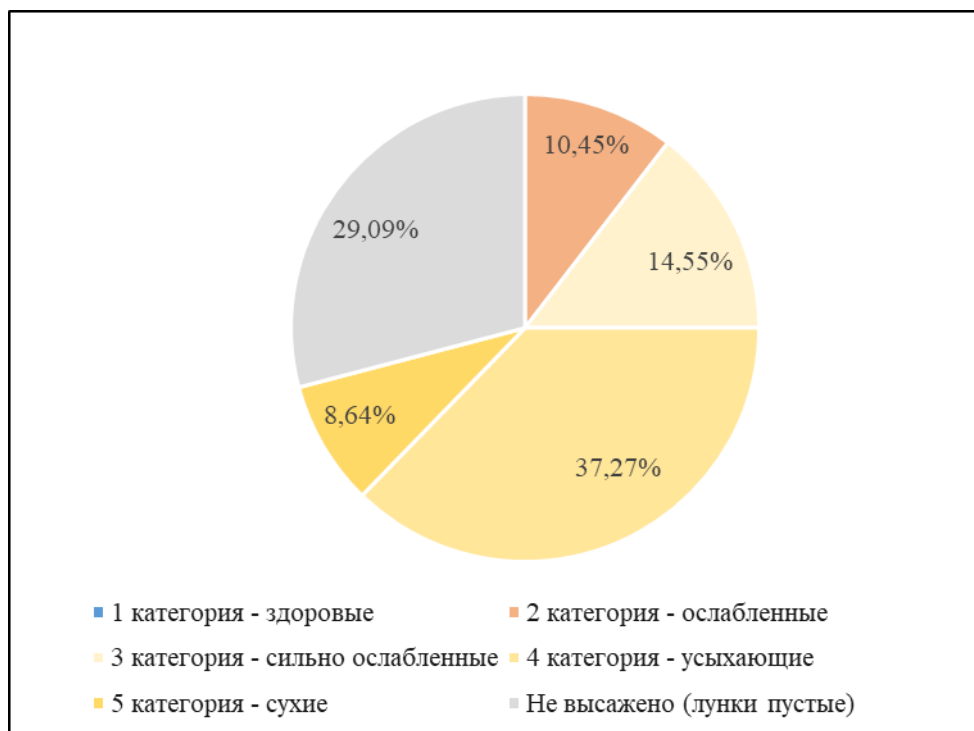


Рисунок 1 –Распределение состояния деревьев по категориям

Сводный анализ по нашим исследованиям в 2025 г. выглядит следующим образом. Доля жизнеспособных деревьев (категории 1-2) составляет лишь 10,45 % (23 дерева), при этом деревьев в отличном состоянии не зафиксировано.

Доля деревьев в неудовлетворительном состоянии (категории 3-5), включая погибшие, составляет 60,46 % (133 дерева в разных частях проспекта: 32+82+19). Это указывает на глубокий кризис в данной популяции.

Высокий процент пустующих посадочных мест (29,09 %) является дополнительным индикатором системных проблем с приживаемостью и последующей гибелью саженцев.

Среди деревьев категорий 2 и 3 (ослабленные и сильно ослабленные, суммарно 55 деревьев) наблюдаются противоречивые биологические сигналы. У 34 деревьев (61,8 % от групп 2-3) отмечено семеношение. Данный факт может свидетельствовать о стрессовой реакции организмов, направляющих ресурсы на воспроизводство в неблагоприятных условиях, что в долгосрочной перспективе ослабляет вегетативные функции. У 16 деревьев (29 % от групп 2-3) зафиксирован прирост побегов более 5 см, что можно расценить как позитивный, но недостаточный для выхода из состояния ослабленности признак. У 7 деревьев (12,7 % от групп 2-3) прирост составил менее 5 см, что указывает на сильное угнетение физиологических процессов.

В ходе осмотра были идентифицированы ключевые патогенные и абиотические факторы, обуславливающие деградацию насаждений. Гипоксия корневой системы вследствие застоя влаги выявлен как доминирующий негативный фактор. Избыточное переувлажнение почвенного субстрата, вызванное недостаточным дренажом, приводит к нарушению аэрации корневой зоны, развитию анаэробных процессов и гниению корневой системы. Это напрямую коррелирует с высокой долей деревьев в категориях 3 и 4. Солнечные ожоги листового аппарата – фактор, вызванный воздействием интенсивной инсоляции в условиях урбанической среды, что приводит к некрозу тканей листа, нарушению фотосинтеза и общему ослаблению дерева [2].

Проведенный анализ свидетельствует о системном кризисе в создании устойчивых древесных насаждений на проспекте Революции. Основными причинами массового усыхания клёнов являются: недостаточный объем посадочных мест и неэффективная дренажная система, не соответствующие биологическим потребностям крупномерных деревьев (приствольный круг не менее проекции кроны с высотой бортика около 10 см); сочетание гипоксии корней и ожогов листвы.

Выживание незначительной части деревьев (категории 2-3) с признаками вегетации и репродукции, вероятно, связано с микровариациями в условиях места произрастания (например, локально лучший дренаж). Однако без кардинального пересмотра подхода к организации посадочного пространства (увеличение приствольных площадей, устройство эффективного дренажа, профессиональный агротехнический уход) прогноз для всей популяции остается крайне неблагоприятным, с высокой вероятностью дальнейшей деградации и гибели большей части насаждений.

Заключение.

Проблема не в клёнах, не в климате и не в недостатке финансирования. Проблема – в системном непонимании базовых потребностей деревьев в городской среде и в приоритете сиюминутной эстетики над долгосрочной экологической устойчивостью. Пока деревья будут сажать в "квадратики плитки", результат будет предсказуемо плачевным. Спасение возможно только через коренную переделку всей системы посадки: объединение посадочных

мест в общие зоны с большим объемом качественного грунта, организацию дренажа и отказ от сплошного мощения в прикорневой зоне.

Список литературы

1. Грюнталь, Е. Ю. Дендрология : учебное пособие / Е. Ю. Грюнталь, А. А. Щербинина. – СПб. : ИЦ «Интермедия», 2013. – 124 с.
2. Жизнь растений / под общей ред. А. Л. Тахтаджяна. – М. : Изд-во «Просвещение», 1980. – Т. 5. – 512 с.
3. Калущкий, К. К. Древесные экзоты и насаждения : справочное издание / К. К. Калущкий, Н. А. Болотов, Д. М. Михайленко. – М. : Агропромиздат, 1986. – 1986. – 165 с.
4. Рысин, С. Л. Новые подходы к организации мониторинга состояния растений дендрологических коллекциях / С. Л. Рысин, Л. С. Плотникова, И. О. Яценко // Бюллетень Главного ботанического сада. – М., 2015. – № 2. – С. 15-20.

References

1. Gryuntal`, E. Yu. Dendrologiya : uchebnoe posobie / E. Yu. Gryuntal`, A. A. Shherbinina. – SPB. : I.Cz. «Intermediya», 2013. – 124 p.
2. Zhizn` rastenij / pod obshhej red. A. L. Taxtadzhlyana. – M. : Izd-vo «Prosveshhenie», 1980. – T. 5. – 512 p.
3. Kaluczkiy, K. K. Drevesny`e e`kzoty` i nasazhdeniya : spravochnoe izdanie / K. K. Kaluczkiy, N. A. Bolotov, D. M. Mixajlenko. – M. : Agropromizdat, 1986. – 1986. – 165 p.
4. Ry`sin, S. N. Novy`e podxody` k organizacii monitoringa sostoyaniya rastenij dendrologicheskix kollekcijax / S. L. Ry`sin, L. S. Plotnikova, I. O. Yacenko // Byulleten` Glavnogo botanicheskogo sada. – M., 2015 – № 2. – P. 15-20.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ МАКРОСТРОБИЛОВ *PINUS SIBIRICA* DU TOUR. В КОЛЛЕКЦИИ КЛОНОВ В УСЛОВИЯХ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Еськов В.А., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В статье дана предварительная оценка коллекции форм и сортов кедра сибирского отобранных на Алтае профессором Титовым Е.В. Отмечены особенности влияние климатических факторов на развитие клонов в условиях Курской области. Объекты находятся в с.Успенка Тимский р-н. и в с. Репецкая плота Мантуровский р-н Курская область.

Ключевые слова: ценные генотипы, кедровые сосны, кедросады, орехопродуктивные прививочные кедровые плантаций.

PRELIMINARY ASSESSMENT OF THE CONDITION AND FORMATION OF *PINUS SIBIRICA* DU TOUR MACROSTRIBLES IN A COLLECTION OF CLONES IN THE CONDITIONS OF THE KURSK REGION

Eskov V.A., graduate student Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract: The article provides a preliminary assessment of the collection of forms and varieties of Siberian cedar selected in the Altai region by Professor E.V. Titov. The article highlights the influence of climatic factors on the development of clones in the Kursk region. The objects are located in the village of Uspenka in the Timsky district and in the village of Repetskaya Plot in the Manturovsky district of the Kursk region.

Keywords: valuable genotypes, cedar pines, cedar orchards, and nut-producing grafted cedar plantations.

Введение. *Pinus sibirica* Du Tour, как орехоплодная порода, известен давно. О целебных и питательных свойствах кедрового ореха было известно в XV-XVI веках, уже в то время купцы ввозили этот чудо-продукт в страны Европы [5]. Для закладки рентабельных промышленных орехопродуктивных прививочных кедровых плантаций и кедросадов в европейской части России рекомендуется создать собственную, европейскую базу в трех лесорастительных подзонах [6]. На ней будут сконцентрированы высокопродуктивные сорта-клоны и экотипы-клоны кедра сибирского из генетического центра происхождения и полиморфизации вида (Горного Алтая) и сорта-клоны европейского из Украинских Карпат, отобранные и исследованные в течении нескольких десятилетий проф. Е.В. Титовым [5].

Цель исследования – дать предварительную оценку состояния коллекции форм и сортов кедра сибирского. Отметить особенности влияния климатических факторов на развитие клонов в условиях Курской области.

Объекты и методы исследования. Объектом исследований является коллекция ценных генотипов кедровых сосен, клонированных в курской области, южной подзоне широколиственных лесов и лесостепи [3]. Здесь, в зоне с неустойчивым увлажнением, при отсутствии кедрового подроста, подвоем для прививки служили 7-10- летние посадки сосны обыкновенной. Они находятся в двух различных по влагообеспеченности местах: по берегам речного пруда в микроклимате с повышенной влажностью и в сухой лесостепи с. Успенка Тимского района и с. Репецкая плота Мантуровского района соответственно. Коллекция создается с 2023 года в соавторстве с проф. Титовым Е. В. Каждый год проводим дополнение, пополняя коллекцию прививкой новых клонов. В коллекции имеются также другие кедровые сосны: кедр Европейский сорт Карпатский, кедр корейский, самоплодная форма. Средний возраст подвоя 9-10 лет. Проф. Матвеева Р.Н. отмечает, что в условиях г. Красноярска именно в данном возрасте подвоя наблюдался наиболее интенсивный рост привоя [4].

Подобные работы в центральной лесостепи впервые были начаты под Воронежем кабинетом селекции ВГЛТУ в 1958 году проф. Вересиным М.М. Исследования подтвердили, что создание плантаций прививкой на сосну имеет широкую перспективу [2]. Также в Сомовском лесничестве, с 1976 по 1979 год проф. Титовым Е. В. Была создана клоно-испытательная плантация отселектированных деревьев [5]. К сожалению, на сосновом подвое кедр

недолговечен. Прививка в среднем живет 70 лет, это связано с перерастанием кедра сосной (рис. 1 а, б). Очень часто в зоне прививки происходит засмоление сосудов, прекращается приток питательных веществ и привой засыхает [2, 4, 6]. Возможно перерастание и засмоление сосудов связано с особенностями экотипов кедра или подвоя.



а

б

Рисунок 1 – Перерастание сосны кедровой над сосной обыкновенной
а) Сомовское лесничество Воронежской области б) Правобережное
лесничество учебноопытного лесхоза ВГЛТУ

Проводился сбор статистических данных: появление генеративных органов, повреждения поздними весенними заморозками [5].

Результаты исследования и их обсуждение. Первым этапом Проведена инвентаризация клонов на 2026 год. Отмечен внешний вид, наличие генеративных органов.

Таблица 1– Коллекция клонов сосны кедровой сибирской

№ Клона, название сорта	Кол-во прививок	Год прививки	Подвой			Прививка			
			Вид	Возраст, лет	Высота места прививки, см	№ п/п	количество ♀ , шт /количество ♂ , шт/ количество озими , шт		Повреждение молодого прироста заморозками, год
							2024	2025	
с.Успенка, Тимский р-н									
Кедр сибирский									
3-10 Кедрогр адский	2	2023	с.об.	5	73	1	-	2	-
					88	2	-	4	-
11-12 Романт ик	1	2023	с.об.	7	120	1	-	1	-
	1	2024		8	145	2	-	2	-
12-9	1	2023	с.об.	9	161	1	-	-	-
	1	2024		8	160	2	-	-	-
12-13	2	2024	с.об.	8	151	1	-	2\0\2	-
					143	2	-	2\0\2	-
13-5	2	2023	с.об.	8	150	1	-	1\0\1	-
					148	2	-	-	2024
13-9	1	2024	с.об.	9	158	1	-	-	
6	1	2023	с.об.	11	270	1	-	-	2024
81	1	2024	с.об.	9	183	1	-	-	-
219	2	2024	с.об.	6	107	1	-	-	-
				6	106	2	-	2	-
221	1	2023	с.об.	8	116	1	-	-	2024
Ю-1	2	2025	с.об.	7	120	1	-	-	-
			с.об.	11	189	2	-	-	-
Ю-2	1	2025	с.об.	9	188	1	-	-	-
Ю-3	2	2025	с.об.	6	126	1	-	-	-
			с.об.	10	195	2	-	-	-
Л-5	1	2025	с.об.	10	197	1	-	-	-
Кедр европейский									
Карпатс кий	2	2025	с.об.	9	153	1	-	-	-
		2025	с.об.	10	184	2	-	-	-

с. Репецкая плота Мантуровский р-н									
Кедр сибирский									
3-10 Кедрогр адский	1	2024	с.об.	13	205	1	-	5	-
11-12 Романт ик	1	2024	с.об.	11	178	1	-	-	-
12-13	1	2024	с.об.	10	165	1	-	1	-
221	1	2024	с.об.	8	144	1	-	1	-
Г-1	2	2025	с.об.	11	181	1	-	-	-
				11	224	2	-	-	-
Кедр корейский									
Корейск ий	1	2025	с.об.	8	137	1	-	-	-

В 2024 году были поздние весенние заморозки, температура опускалась до -3 -5. Это привело к повреждению прироста текущего года в 2024 году на прививках 2023 года. В Тимском районе некоторые прививки пережили заморозок без повреждений или повреждения были незначительны, что обусловлено наличием водоема (рис. 2 а). В Мантуровском районе все прививки 2023 г. погибли в результате обмерзания побегов (рис. 2 б).

В литературе встречается подтверждение негативного влияния поздних заморозков. Так многолетние исследования С.Н. Велисевича, проведенные на юге Западной Сибири показали снижение урожайности на 25 % [1]. Но, повреждение молодых побегов в результате поздних заморозков ранее не отмечалось.

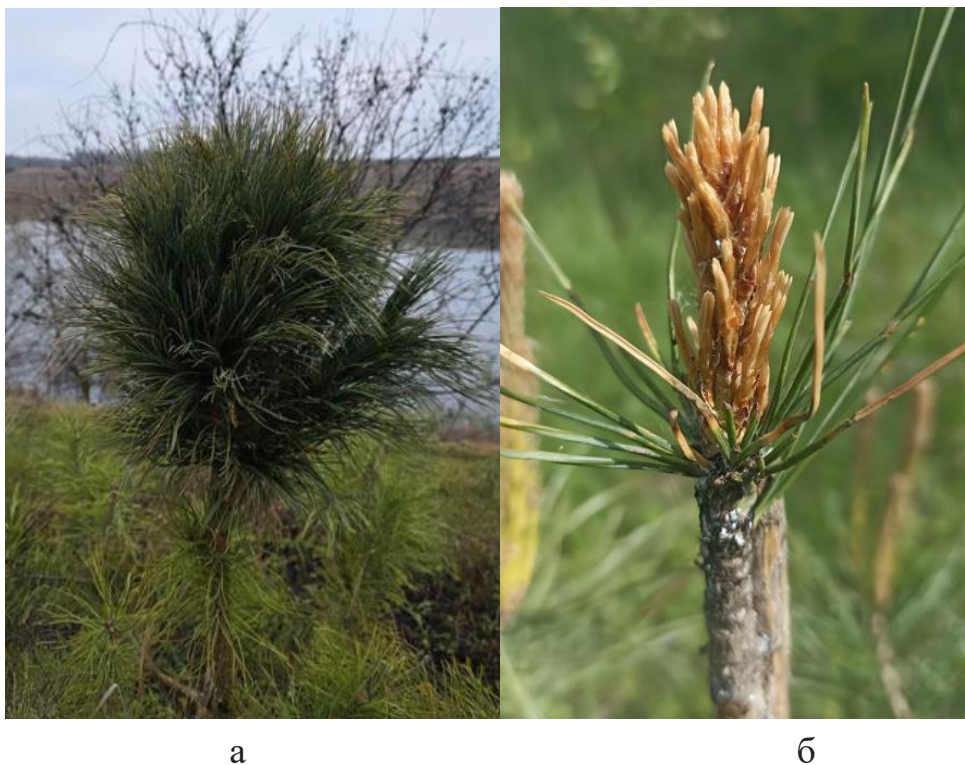


Рисунок 2 – Состояние растений после заморозков 2024 года
 а) Последствие подмерзания 2025 г. б) Гибель прививки 2024 г.

В 2025 году наблюдалось появление макростробил на прививках 2023 и 2024 годов. Проф. Титов Е.В. отмечает что они, обычно, появляются на 4-5 год после прививки [5]. Лидер, сорт Кедровый на прививке в Репецкой плоте (рис. 3а), было 5 шишечек. микростробилы отсутствовали, и в отсутствие опыления макростробилы должны осыпаться. Также в области нет взрослых насаждений кедра. Но осенью была обнаружена озимь по 2 у 2-х клонов «12-13» и на одном «13-5» одна, при чем только в Тимском районе (рис. 3 б). Надо отметить, что хотя и в Мантуровском районе есть те же клоны в частности «12-13», макростробилы были, но озимь не появилась. Такое явление ранее не отмечалось в литературных источниках.

Апрель 2025 года выдался аномально жарким. Это привело к смешению сроков цветения, можно предположить, что у некоторых клонов кедра сроки совпали с сосной обыкновенной. Сосновая пыльца проросла, образовалась озимь. Либо произошёл апомиксис в результате влияния аномально жарких температур на яйцеклетки кедра.



а

б

Рисунок – 3 а) Макростробилы на сорте Кедроградский 22 мая б) Озимь на клоне «12-13», 27 октября.

Заключение

Была проведена инвентаризация коллекции клонов *Pinus sibirica* Du Tour. Выявлена низкая устойчивость к поздним весенним заморозкам вегетирующих побегов. Отмечено появление женских генеративных органов. Так же отмечалось появление озими в отсутствии мужских генеративных органов. Данное явление подлежит дальнейшему изучению.

Список литературы

1. Влияние поздних весенних заморозков на плодоношение кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) в изменяющемся климате / С. Н. Велисевич, А. В. Попов, М. А. Мельник, С. Н. Горошкевич // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2024. – Т. 28. – № 5. – С. 138–152. – DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-138-152.
2. Вересин, М. М. Создание семенных плантаций кедра сибирского прививкой на сосну в условиях лесостепи / М. М. Вересин, М. К. Улюкина //

Лесная генетика, селекция и семеноводство. – Петрозаводск. 1970. – С. 476–482.

3. Леса СССР. – Т. 3. – Москва : Наука, 1966. – 463 с.

4. Матвеева, Р. Н. Рост и семеношение кедра сибирского, привитого на сосну обыкновенную, в зеленой зоне г. Красноярска : монография / Р. Н. Матвеева , О.Ф. Буторова, А. Г. Кичкильдеев. – Красноярск : СибГТУ, 2009. – 186 с.

5. Титов, Е. В. Орехопродуктивные кедровые плантации и лесосады : монография / Е. В. Титов ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2021. – 267 с.

6. Титов, Е. В. Создание коллекции ценного генофонда кедр сибирского в европейской части России / Е. В. Титов // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск, 2024. – С. 120–123.

References

1. The influence of late spring frosts on the fruiting of Siberian cedar (*Pinus sibirica* Du Tour) in a changing climate / S. N. Velisevich, A. V. Popov, M. A. Melnik, S. N. Goroshkevich // Forest Bulletin / Forestry Bulletin. – 2024. – Vol. 28. – № 5. – Pp. 138-152. – DOI: 10.18698/2542-1468-2024-5-138-152.

2. Veresin, M. M. Creation of seed plantations of Siberian cedar by grafting onto pine in the conditions of the forest-steppe / M. M. Veresin, M. K. Ulyukina // Forest genetics, breeding and seed production. – Petrozavodsk, 1970. – P. 476–482.

3. Forests of the USSR. – Vol. 3. – Moscow : Nauka, 1966. – 463 p.

4. Matveeva, R. N. Growth and seed production of Siberian cedar grafted on common pine in the green zone of Krasnoyarsk : a monograph / R. N. Matveeva , O. F. Butorova, A. G. Kichkildeev. – Krasnoyarsk : SibSTU, 2009. – 186 p.

5. Titov, E. V. Nut-producing cedar plantations and orchards : monograph / E. V. Titov ; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Voronezh State Forestry University. – Voronezh, 2021. – 267 p.

6. Titov, E. V. Creation of a collection of valuable Siberian cedar gene pool in the European part of Russia / E. V. Titov // Fruit Growing, Seed Production, and Introduction of Woody Plants. – Krasnoyarsk, 2024. – Pp. 120-123.

ОСИННИКИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ: ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ефименко Д.А., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Попова А.А., д. с-х.н., заведующий кафедрой лесной генетики, биотехнологии и физиологии растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В статье представлен анализ результатов многолетних исследований осинников (*Populus tremula* L.) на территории Воронежской области. Обследования насаждений проводятся как в естественных популяциях, так и искусственных, созданные в рамках селекционных программ. Установлено, что осина в структуре лесостепных ландшафтов занимает значительные площади (до 15 % в Воронежском заповеднике) и выполняет важные экологические функции рефугиумов в «осиновых кустах» восточной части региона. Методология исследований включает таксационную оценку, анализ популяционной структуры и современные физиологические методы измерения фотосинтетического газообмена CO₂. Особое внимание уделено результатам 20-40-летних испытаний более 20 клонов и экотипов в Семилукском районе под руководством А.П. Царева. Выявлено преимущество гибридов (например, зарегистрированный сорт «Эс-38»), которые в 1,3-2,8 раза превосходят местные формы по объему ствола и демонстрируют высокую экологическую пластичность и стабильность. Результаты подтверждают высокую эффективность использования селекционного фонда осины для создания быстрорастущих целевых плантаций. Оценка физиологических параметров (фотосинтез, транспирация) обосновывает потенциал выделенных генотипов для реализации лесоклиматических проектов по секвестрации углерода. Сформированный объем научных данных имеет важное

значение для рационального ведения хозяйства и сохранения биоразнообразия в условиях изменяющегося климата Центрального Черноземья.

Ключевые слова: осина (*Populus tremula* L.), Воронежская область, селекция и клоновые испытания, продуктивность древостоев, фотосинтез.

RESEARCH DIRECTIONS AND MAIN FINDINGS ON ASPEN STANDS IN THE VORONEZH REGION AND THE CENTRAL FOREST-STEPPE

Efimenko D.A., postgraduate Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Popova A.A., prof., the head of the Department of forest genetics, biotechnology, and plant physiology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. The article presents a comprehensive analysis of the results of long-term studies on aspen forests (*Populus tremula* L.) in the Voronezh region. Both natural populations and artificial stands created within breeding programs are considered. It has been established that aspen plays a key role in the structure of forest-steppe landscapes, occupying significant areas (up to 15% in the Voronezh Reserve) and performing important ecological functions as refugia in "aspen groves" (kolki) in the eastern part of the region. The research methodology includes forest inventory assessment, population structure analysis, and modern physiological methods for measuring photosynthetic CO_2 gas exchange. Particular attention is paid to the results of 20-40-year trials of more than 20 clones and ecotypes in the Semiluki district under the leadership of A.P. Tsarev. The advantage of introduced triploid clones (e.g., "Es-38") was revealed, which exceed local forms in stem volume by 1.3–2.8 times and demonstrate high ecological plasticity and stability. The results confirm the high efficiency of using the aspen breeding fund to create fast-growing targeted plantations. Evaluation of physiological parameters (photosynthesis, transpiration) justifies the potential of selected genotypes for implementing forest-climate projects for carbon sequestration. The work forms a scientific basis for rational forest management and biodiversity conservation in the changing climate conditions of the Central Black Earth region.

Keywords: aspen (*Populus tremula* L.), Voronezh region, breeding and clonal trials, stand productivity, photosynthesis

Введение

Осинники, в которых преобладает вид *Populus tremula* L. (осина обыкновенная), являются важным элементом лесостепей Центральной России, в том числе на территории Воронежской области. Осина это быстрорастущая, устойчивая к нарушениям леса порода, способна активно размножаться как семенным, так и вегетативным путём. Набор таких качеств отражает её широкое распространение в различных условиях региона и формирование осиновых древостоев как самостоятельных фитоценозов в составе смешанных лесов [1]. В лесостепной зоне Воронежской области осинники уступают основным лесообразующим породам, однако занимают значительные площади, так в Воронежском государственном природном биосферном заповеднике им. В.М. Пескова сообщается о 15 % занимаемых площадей от общей площади заповедника [7].

По данным Лесного фонда России в Центральном черноземном регионе площадь осинников составляет 87,3 тыс. га [8]. Они формируются как на участках после рубок, так и в естественных условиях при благоприятных факторах. Проводимые в Семилукском районе исследования показали, что осина обладает большим потенциалом в формировании насаждений при правильном подборе генотипов [1]. При этом важным критерием отбора является интенсивность фотосинтетического газообмена CO₂ и транспирации, которые существенно различаются у разных генотипов, определяя их биологическую продуктивность и способность к накоплению органического вещества в условиях региона [10].

Осинники выполняют не только лесохозяйственные, но и экологические функции: формируют лесорастительные условия и поддерживают биоразнообразие экосистем [3, 5]. Также исследования популяционной структуры естественных осинников подтверждают их генетическое разнообразие и способность к самовоспроизводству. Это обеспечивает устойчивость насаждений в условиях лесостепи [3]. Изучение площадей и типологической принадлежности сообществ, как в масштабах заповедных территорий [5], так и в рамках анализа продуктивности различных экотипов [2, 6] и селекционных особенностей, включая использование биотехнологических форм [4], позволяет оценить их значение для лесных экосистем Воронежской

области и определить направления их использования, в том числе на основе данных длительных 40-летних наблюдений [1].

Целью настоящего исследования является анализ направлений исследований осинников Воронежской области и продуктивности формируемых ими насаждений.

Для достижения поставленной цели проведен анализ литературных источников, посвященных исследованиям осинников Воронежской области.

Исследования осинников в Воронежской области представлены как в виде полевых таксационных наблюдений [4, 6], так и в рамках длительных лесохозяйственных испытаний [1]. Особое внимание уделяется структуре древостоев, продуктивности и селекционных перспективам. Это позволяет оценить хозяйственную ценность и экологическую значимость осинников в лесостепном поясе региона.

Одними из ведущих исследований искусственных осинников Воронежской области являются многолетние испытания клонов и экотипов осины в Семилукском районе и других объектах Центрального Черноземья, проводившиеся под руководством и при участии А. П. Царева, В. А. Царева, Р. П. Царевой и Н. В. Лаур в период с 1975 по 2015 годы. [1]. В рамках 40-летнего опыта было изучено более 20 клонов осины с оценкой их выживаемости, роста и диаметра ствола, что позволило выделить перспективные высокопродуктивные формы, включая местные образцы из ботанического сада Воронежского государственного университета и отдельные гибриды, пригодные для практического использования в регионе [1]. Особое значение при долгосрочном выращивании имеет оценка экологической пластичности и стабильности сортов, что позволяет прогнозировать их продуктивность при изменении условий местопроизрастания и выбирать наиболее устойчивые формы для лесоклиматических проектов [9].

Исследования специалистов НИИЛГИСбиотех (Царев В.А. и др.) охватили широкий спектр экотипов, происходящих из различных географических зон – Воронежской, Белгородской, Курской, Костромской областях и Латвии. Установлено, что в условиях Воронежской области наибольшими таксационными показателями отличаются привозные и близкие по природным условиям лесостепные популяции, тогда как северные формы характеризуются замедленным ростом, что подтверждает необходимость

использования регионально адаптированного генофонда при создании целевых плантаций [2].

Следует отметить детальное описание осиновых кустов(колки) на востоке региона в работах А.И. Чернодубова. Колки - это небольшие изолированные массивы осины в западинах рельефа лесостепи, имеющие дискуссионное происхождение. Эти фитоценозы в возрасте 35-40 лет выполняют роль рефугиумов для лесостепной флоры и фауны, однако их состояние и таксационные показатели сильно зависят от водного режима и антропогенной нагрузки [3].

Параллельно проводятся полевые испытания микроклонально размноженных форм осины (*in vitro*), показавшие высокую выживаемость и стабильность растений. Различия клонов по темпам роста и накоплению биомассы подтверждают значительный селекционный потенциал вида в условиях центральной лесостепи. Изучение естественных сообществ и создание высокопродуктивных клонов насаждений формируют научную базу для рационального использования и секвенирования углерода в регионе [4].

В качестве объектов и методологии выделяют следующее. Объектами исследования являются естественные и искусственные осинники (основной вид *Populus tremula* L.), расположенные в пределах Воронежской области, включая лесостепные участки восточной части региона и опытные плантационные насаждения Семилукского района. В качестве искусственных насаждений использованы клоновые и экотипические посадки осины [4], 40-летний эксперимент по оценке роста и продуктивности более 20 клонов осины в Семилукском районе [1]. В качестве природных объектов рассматривались так называемые «осиновые кусты» (колки), приуроченные к западинам рельефа и характеризующиеся определённой популяционной структурой и возрастной организацией древостоев [3].

Таксационная оценка древостоев проводилась по общепринятым в лесоведении методикам с определением возраста, высоты, диаметра стволов на высоте 1,3 м, сомкнутости полога и санитарного состояния древостоев. Оценка структуры «осиновых кустов» включала анализ размещения, выявления порослевых групп и определения степени антропогенной трансформации фитоценозов [3]. В клоновых испытаниях учитывались показатели выживаемости, средний прирост по высоте и диаметру, а также качественные характеристики древесины. Это соответствует методике длительных испытаний

микрклонально размноженных форм осины [4]. В рамках селекционного направления анализировались различия между клонами и экотипами осины по таксационным показателям. В испытания включались местные формы, гибридные образцы и экотипы различного географического происхождения (от северных до лесостепных популяций) [2]. Оценка адаптивности проводилась на основе сравнительного анализа роста в условиях Воронежской области. Это позволило выявить наиболее перспективные генотипы для создания целевых плантаций [1, 2].

Основные результаты проанализированных исследований.

В исследованиях показано, что в условиях Воронежской области осина (*Populus tremula* L.) относится к числу лесообразующих пород [6]. В пределах Воронежской области она формирует как естественные древостои, так и вторичные насаждения, возникшие после рубок и нарушений. В пределах Центрально-Чернозёмного региона площадь осины составляет 87,3 тыс. га, что подчёркивает её значительное участие в лесном фонде макрорегиона, частью которого является Воронежская область [6]. Согласно данным по классификации растительности Воронежского заповедника, осинники формируются в условиях свежих боров (A2), суборей (B2) и свежих судубрав (C2D) [5]. В процессе сукцессии они выступают как ранне- и среднесукцессионные сообщества. Под их пологом формируется подрост позднесукцессионных пород – *Acer platanoides*, *Tilia cordata*, *Quercus robur* и др. [5].

Исследования популяционной структуры «осиновых кустов» на востоке Воронежской области выявили особенности пространственного размещения и возрастной структуры древостоев. Пространственная специфика выражается в локализации насаждений в блюдцеобразных западинах рельефа, где формируются изолированные округлые колки с выраженным центром и опушкой. Возрастная структура таких сообществ отражает их клональную природу: центральная часть представлена спелыми деревьями, тогда как периферия постоянно пополняется молодой корнеотпрысковой генерацией, обеспечивающей устойчивость куста в условиях лесостепи [3].

Многолетние испытания клонов осины в Европейской России, включавшие объекты Воронежской области, позволили оценить рост, устойчивость и продуктивность различных форм [1]. Испытания различных

экотипов осины в Воронежской области (в возрасте 41 года) выявили значительное преимущество интродуцированных клонов над местными формами [2]. Дополнительные данные получены в рамках 20-летних испытаний экотипов в Семилукском тремулете, где были проанализированы ростовые показатели 10 форм осины различного происхождения [6].

По результатам многолетних полевых испытаний установлено, что продуктивность отдельных клонов и экотипов осины в регионе может существенно варьировать [1, 6]. В условиях Семилукского тремулета в возрасте 20 лет запас древесины составлял от 41 до 294 м³/га [6]. Наиболее продуктивные формы (осина ВГУ-2, Валуйская и Обоянская) существенно превосходили контроль по объёму ствола и запасу древесины [6]. Полевые испытания клонов, размноженных *in vitro*, подтвердили возможность получения генетически стабильного посадочного материала с высокими таксационными показателями и качеством древесины [4].

Исследования физиологических особенностей выявили связь между скоростью роста и эффективностью работы фотосинтетического аппарата. Установлено, что перспективные сорта тополя и осины обладают повышенной интенсивностью ассимиляции CO₂, что является фундаментом их высокой стволовой продуктивности [10]. При этом анализ экологических характеристик показал, что разные генотипы реализуют свой потенциал по-разному: например, сорт «Эс-38» демонстрирует средние показатели пластичности и стабильности, что делает его универсальным для различных лесорастительных условий региона, тогда как другие сорта (например, «Регенерата») требуют максимально благоприятных условий для проявления сверхвысокой продуктивности [9].

Селекционные исследования в регионе направлены на отбор высокопродуктивных и устойчивых форм осины для гибридизации [1, 6]. В ходе испытаний были выделены лучшие экотипы (ВГУ-1, ВГУ-2, Обоянская, Валуйская), включённые в гибридизационный процесс для получения новых толерантных гибридов [6]. В работах по микроклональному размножению удалось достичь сохранения генетической однородности клонов и обеспечить высокую приживаемость посадочного материала [4]. Экотипы других регионов превзошли местный контроль по объёму ствола в 1,3-2,8 раза, показав высокую продуктивность и устойчивость к сердцевинной гнили. Полученные данные

обосновывают использование этого генофонда как приоритетного материала для дальнейшей селекции в регионе [2].

Заключение

Таким образом, осинники Воронежской области представляют собой как устойчивые природные сообщества, так и перспективный объект лесохозяйственного использования. Комплексное изучение их площадей, типологической принадлежности, продуктивности, физиологических параметров и селекционных особенностей формирует научную основу для рационального ведения хозяйства, создания целевых плантаций с высоким потенциалом поглощения углерода и сохранения биологического разнообразия региона.

Список литературы

1. Многолетние испытания клонов осины в Европейской России / В. А. Царев, А. П. Царев, Р. П. Царева, Н.В. Лаур // Известия вузов. Лесной журнал. – 2015. – № 3. – С. 34–45. – DOI: 10.37482/0536-1036-2025-3-9-19.
2. Царев, В. А. Результаты испытаний экотипов осины в ЦЧР / В. А. Царев, А. П. Царев, Р. П. Царева // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2020. – № 3 (50). – URL: <https://www.annivgltu.ru/%E2%84%963-50-2020/> (дата обращения: 20.02.2026).
3. Чернодубов, А. И. Популяционная структура «осиновых кустов» на востоке Воронежской области / А.И. Чернодубов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 5 (2). – С. 411–415. – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12279> (дата обращения: 18.02.2026).
4. Полевые испытания размноженных in vitro клонов осины (*Populus tremula* L.): рост, продуктивность, качество древесины, генетическая стабильность / О. С. Машкина, Е. А. Шабанова, И. Н. Вариводина, Т. А. Гродецкая // Лесной журнал. – 2019. – № 6. – С. 25–38. – DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.25.
5. Стародубцева, Е. А. Классификация растительности Воронежского заповедника / Е. А. Стародубцева, Л. Г. Ханина // Растительность России. – 2009. – № 14 – С. 63–141. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-rastitelnosti-voronezhskogo-zapovednika> (дата обращения: 20.02.2026).

6. Ленченкова, О. Ю. Анализ роста различных экотипов осины, произрастающих в Семилукском тремулете / О. Ю. Ленченкова, А. А. Илунина // Наука преобразует реальность. – 2021. – С. 125–128. – DOI: 10.34220/MY2021_125-128.

7. Официальный сайт Воронежского государственного природного биосферного заповедника имени В.М. Пескова. – URL: <https://zapovednik-vrn.ru/o-zapovednike1/priroda/rastitelnost-i-pochvy/> (дата обращения: 17.02.2026).

8. Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда по состоянию на 1 января 2003 г.) / Справочник. – М. : ВНИИЛМ, 2003. – 640 с.

9. Tsarev A. P., Tsarev V. A., Tsareva R. P., Laur N. V. Evaluation of ecological plasticity and stability of some promising varieties of poplars // Известия вузов. Лесной журнал. – 2020. – № 5. – С. 119–130. – DOI: 10.37482/0536-1036-2020-5-119-130.

10. Евлаков, П. М. Изучение фотосинтетических особенностей и интенсивности транспирации у различных сортов и клонов тополя (*Populus L.*) / П. М. Евлаков, А. П. Царев, В. Ю. Заплетин // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2017. – № 4. – С. 4–13. – DOI: 10.21178/2079-6080.2017.4.4.

References

1. Mnogoletnie ispy`taniya klonov osiny` v Evropejskoj Rossii / V. A. Czarev, A. P. Czarev, R. P. Czareva, N. V. Laur // Izvestiya vuzov. Lesnoj zhurnal. – 2015. – № 3. – P. 34–45. – DOI: 10.37482/0536-1036-2015-3-9-19.

2. Czarev, V. A. Rezul`taty` ispy`tanij e`kotipov osiny` v CzChR / V. A. Czarev, A. P. Czarev, R. P. Czareva // Aktual`ny`e napravleniya nauchny`x issledovanij XXI veka: teoriya i praktika. – 2020. – № 3 (50). – URL: <https://www.annivgltu.ru/%E2%84%963-50-2020/> (data obrashheniya: 20.02.2026).

3. Chernodubov, A. I. Populyacionnaya struktura «osinovy`x kustov» na vostoке Voronezhskoj oblasti / A. I. Chernodubov // Mezhdunarodny`j zhurnal prikladny`x i fundamental`ny`x issledovanij. – 2018. – № 5 (2). – P. 411–415. – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=12279> (data obrashheniya: 18.02.2026).

4. Polevy`e ispy`taniya razmnozheny`x in vitro klonov osiny` (*Populus tremula L.*): rost, produktivnost`, kachestvo drevesiny`, geneticheskaya stabil`nost` /

O. S. Mashkina, E. A. Shabanova, I. N. Varivodina, T. A. Grodeczkaya // Lesnoj zhurnal. – 2019. – № 6. – S. 25–38. – DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.6.25.

5. Starodubceva, E. A. Klassifikaciya rastitel`nosti Voronezhskogo zapovednika / E. A. Starodubceva, L. G. Xanina // Rastitel`nost` Rossii. – 2009. – № 14. – P. 63–141. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/klassifikatsiya-rastitelnosti-voronezhskogo-zapovednika> (data obrashheniya: 20.02.2026).

6. Lenchenkova, O. Yu. Analiz rosta razlichny`x e`kotipov osiny`, proizrastayushhix v Semilukskom tremuletume / O. Yu. Lenchenkova, A. A. Ilunina // Nauka preobrazhaet real`nost`. – 2021. – P. 125–128. – DOI: 10.34220/MY2021_125-128.

7. Oficial`ny`j sajt Voronezhskogo gosudarstvennogo prirodnogo biosfernogo zapovednika imeni V.M. Peskova. – URL: <https://zapovednik-vrn.ru/o-zapovednike1/priroda/rastitelnost-i-pochvy/> (data obrashheniya: 17.02.2026).

8. Lesnoj fond Rossii (po danny`m gosudarstvennogo ucheta lesnogo fonda po sostoyaniyu na 1 yanvarya 2003 g.) / Spravochnik. – M. : VNIILM, 2003. – 640 p.

9. Tsarev A. P., Tsarev V. A., Tsareva R. P., Laur N. V. Evaluation of ecological plasticity and stability of some promising varieties of poplars // Izvestiya vuzov. Lesnoj zhurnal. – 2020. – № 5. – P. 119–130. – DOI: 10.37482/0536-1036-2020-5-119-130.

10. Evlakov, P. M. Izuchenie fotosinteticheskix osobennostej i intensivnosti transpiracii u razlichny`x sortov i klonov topolya (Populus L.) / P. M. Evlakov, A. P. Czarev, V. Yu. Zapletin // Trudy` Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel`skogo instituta lesnogo xozyajstva. – 2017. – № 4. – P. 4–13. – DOI: 10.21178/2079-6080.2017.4.4.

ИНТРОДУКЦИЯ ЕЛИ СЕРБСКОЙ В ЛЕСОПАРКОВОМ УЧАСТКЕ ВНИИЛГИСБИОТЕХ

Комарова О.В., ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех», Россия, Воронеж

Шипилова В.Ф., ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех», Россия, Воронеж

Аннотация. Ель сербская (*Picea omorika* (Panč.) Purk.) – реликтовый вид с узкой конической кроной, отличающийся высокой декоративностью и устойчивостью к городским условиям. В статье представлены результаты изучения интродукции вида в лесопарковом участке ВНИИЛГИСбиотех (г. Воронеж). Описаны морфологические признаки, биологические особенности, фенология в условиях Центрального Черноземья, а также оценка роста и адаптации растений к местному климату и антропогенной нагрузке. Установлено, что ель сербская демонстрирует хорошую зимостойкость (зона USDA 4; балл V по Вехову), теневыносливость, устойчивость к загрязнению воздуха и болезням. Приведены данные о происхождении, возрасте и состоянии экземпляров, интродуцированных в лесопарковый участок ВНИИЛГИСбиотех. Измерены биометрические показатели изучаемых растений, в ходе многолетних наблюдений собраны данные об их фенологических фазах. Сделан вывод о перспективах внедрения вида в регионе. Вид рекомендуется для использования в озеленении парков, аллей и живых изгородей в Центральном Черноземье. Высокие эстетические качества вида и устойчивость к осыпанию хвои позволяют рассматривать ель сербскую как ценную альтернативу традиционным видам новогодних деревьев.

Ключевые слова: *Picea omorika*, ель сербская, интродукция, Воронеж, декоративность, устойчивость, озеленение.

SERBIAN SPRUCE (*PICEA OMORIKA*) INTRODUCTION IN THE AMENITY FOREST OF THE ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE OF FOREST GENETICS, BREEDING AND BIOTECHNOLOGY

Komarova O.V., All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology; Russia, Voronezh

Shipilova V.F., All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology; Russia, Voronezh

Abstract. Serbian spruce (*Picea omorika* (Panč.) Purk.) is a relict conifer renowned for its narrow conical crown, ornamental appeal, and high tolerance to urban stressors. This study reports the outcomes of its introduction at the amenity forest of the All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology (Voronezh) conducted since the 1970s. We describe the species' morphological traits, biological characteristics, and phenological patterns under Central Black Earth Region conditions, along with evaluations of growth performance and adaptation to local climate and anthropogenic pressures. The species shows strong winter hardiness (USDA zone 4; Vekhov score V), good shade tolerance, and high resistance to air pollution and diseases. We present details on the provenance, age, and health status of the introduced trees, together with measured biometric parameters and long-term records of phenological phases. The findings highlight promising prospects for wider use of the species in the region. Serbian spruce is recommended for landscaping in parks, avenues, and hedges across the Central Black Earth Region. The species' high ornamental value and exceptional needle retention after cutting make it a promising alternative to conventional Christmas tree species.

Keywords: *Picea omorika*, Serbian spruce, introduction, Voronezh, ornamental value, stress tolerance, urban forestry

Введение. Ель сербская (*Picea omorika* (Panč.) Purk.) – один из наиболее интересных реликтовых видов хвойных, ареал которого ограничен узкой полосой известняковых склонов в горах Боснии и Сербии. В природных условиях ель сербская конкурирует с пихтой и елью обыкновенной, предпочитая высоты 700–1500 м над уровнем моря. В культуре вид известен с конца XIX века, в России активно вводится в культуру в ботанических садах, парках и лесопарковых зонах с начала XX века.

Ель сербская привлекает внимание узкой конической кроной, двухцветной хвоей и высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам

городской среды – задымлению, копоти, пыли. Эти качества делают её перспективной для озеленения в регионах с умеренно-континентальным климатом, включая Центральное Черноземье.

В последние десятилетия интерес к ели сербской заметно возрос в связи с изменением климата и необходимостью подбора более адаптивных хвойных пород, способных выдерживать как низкие температуры воздуха, периоды засухи, так и повышенную антропогенную нагрузку.

Вид отличается и экологической пластичностью: он хорошо переносит временное переувлажнение и засуху, успешно растёт на бедных песчаных и супесчаных почвах. Благодаря узкой кроне и относительно медленному росту в высоту в молодом возрасте ель сербская идеально подходит для создания компактных композиций, аллеиных посадок, живых изгородей и солитеров в парках, скверах и лесопарках. Кроме того, её долговечность (до 300 лет) и низкая повреждаемость болезнями и вредителями позволяют рассматривать вид как надёжный элемент долговременного озеленения в условиях меняющегося климата. Древесина сербской ели характеризуется высокой плотностью (510–530 кг/м³) и хорошими механическими свойствами, однако объёмы заготовки минимальны из-за реликтового статуса вида [5].

Цель работы – оценить успешность интродукции ели сербской в лесопарковом участке ВНИИЛГИСбиотех и дать рекомендации по использованию вида в зелёном строительстве Центрального Черноземья и лесном хозяйстве.

Исследование обобщает многолетний опыт интродукции ВНИИЛГИСбиотех и позволяет обосновать более широкое применение вида.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования послужили деревья ели сербской (*Picea omorika* (Panč.) Purk.), интродуцированные в лесопарковом участке ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех» (г. Воронеж).

Лесопарковый участок института представляет собой экспериментальную коллекционную площадку, заложенную в 1974 году для долгосрочного изучения адаптации интродуцентов к условиям Центрального Черноземья. На протяжении более 50 лет здесь проводятся работы по оценке зимостойкости, засухоустойчивости, фенологических ритмов, роста и репродуктивных возможностей древесных видов экзотической флоры. Участок, созданный на

основе материалов экспедиций 1970-х годов, служит важным полигоном для отбора перспективных пород, способствующих повышению устойчивости лесных и зелёных насаждений в регионе. Участок расположен в городской черте Воронежа, в лесостепной зоне Центрального Черноземья. Климат умеренно-континентальный, сумма положительных температур в период активной вегетации (выше +10 °C) – 2700-2800°C при продолжительности безморозного периода 225-235 дней. Годовая сумма осадков – 550-620 мм, с максимумом в тёплый период (в июле-августе). Гидротермический коэффициент в среднем около 1,0-1,1, что указывает на умеренное увлажнение с периодическими засушливыми фазами в летние месяцы [4]. Почвы — тёмно-серые среднесуглинистые, средней мощности, pH 5,0–7,0, что в целом соответствует экологическим требованиям ели сербской и обеспечивает удовлетворительные условия для её роста и развития в лесопарковом участке.

Посадочный материал ели сербской был получен в 2001-2010 годах в виде саженцев и семян из Семилукского коллекционно-маточного дендрария [2]. Растения высаживались отдельными экземплярами или небольшими биогруппами, в течение всего периода их роста проводились наблюдения за фенологическими фазами (от набухания почек до созревания шишек) по шкале П.И. Лапина [3], оценка зимостойкости по шкале П.И. Вехова [1], а также учёт устойчивости к болезням, вредителям и абиотическим факторам (загрязнение воздуха, засушливые периоды) по внешним признакам. В 2026 году выполнена детальная визуальная оценка общего состояния деревьев, измерение высоты и диаметра на высоте 1,3 м. Полученные данные обработаны стандартными методами математической статистики.

Результаты исследования и их обсуждение. По состоянию на январь 2026 года в коллекции лесопаркового участка ФГБУ «ВНИИЛГИСБиотех» насчитывается 72 экземпляра ели сербской возрастом от 16 до 25 лет. Средняя высота растений составляет $6,74 \pm 1,65$ м (мин. 2,5 м – макс. 13,0 м), средний диаметр ствола на высоте 1,3 м – $6,92 \pm 2,56$ см (мин. 2,0 см – макс. 19,0 см). Значительный разброс высот и диаметров отражает разновозрастный характер коллекции. Санитарное состояние большинства растений отличное (категория 1 по шкале санитарного состояния). У нескольких самых мелких экземпляров состояние удовлетворительное (балл 3), что связано с внутривидовой

конкуренцией в густых биогруппах. Повреждений болезнями, вредителями или абиотическими факторами (засуха, загрязнение) не отмечено.

Ель сербская в условиях лесопаркового участка ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех» демонстрирует хорошую адаптацию к местному климату и почвенным условиям. Все изученные экземпляры пережили последние зимы без значительных повреждений, что подтверждает высокую зимостойкость вида (зона USDA 4; балл V по шкале П.И. Вехова). Болезни и вредители за период наблюдений не отмечены, устойчивость к загрязнению воздуха и периодическим засухам высокая – внешние признаки повреждений (усыхание хвои, деформация побегов) отсутствуют.

Изучаемые деревья формируют типичную для вида узкоконическую крону с низко опущенными нижними ветвями и приподнятыми верхними побегами. Хвоя двухцветная – сверху тёмно-зелёная, снизу светлая с яркими белыми устьичными полосками, длиной 1-2 см, сохраняется 5-7 лет, что обеспечивает высокую декоративность в течение всего года. Молодые шишки пурпурно-фиолетовые, зрелые – коричневые, яйцевидно-продолговатые, 4-6 см длиной. Семена созревают осенью того же года.

Фенологические наблюдения показали, что в условиях Центрального Черноземья ель сербская проходит полный цикл сезонного развития в типичные для региона сроки. Средне многолетние даты наступления основных фенофаз представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средне многолетние даты наступления фенофаз ели сербской в лесопарковом участке ВНИИЛГИСбиотех

Фенофаза	Начало	Конец
Набухание почек	22.IV	
Развержение почек	30.IV	
Пыление	11.V	17.V
Развержение макростробилов	11.V	13–20.V
Начало роста шишек	25.V	
Начало массового созревания шишек	29.X	
Рост побегов	01.V	29.VI

Фенологические наблюдения показывают, что ель сербская характеризуется нормальным началом вегетации, относительно коротким

периодом активного роста побегов и полноценным вызреванием шишек до наступления устойчивых отрицательных температур. Семеношение у старших экземпляров (возраст 20+ лет) регулярное, хотя и не обильное, в наших условиях отмечен самосев. Переход в состояние покоя приходится на октябрь. Эти особенности позволяют ели сербской сохранять жизнеспособность даже в суровых зимних условиях

Исследование показывает, что ель сербская успешно адаптирована в условиях лесопарка. Высокие декоративные качества (узкая крона, пурпурные молодые шишки, серебристая нижняя сторона хвои) позволяют эффективно использовать вид в парках, скверах и лесопарковых зонах, хотя поверхностная корневая система требует тщательного подбора местоположения. Для предотвращения угнетения роста и сохранения декоративных качеств при посадке рекомендуется выдерживать расстояние между растениями не менее 2,5-3 м.

Заключение

Полученные результаты подтверждают успешность интродукции ели сербской в лесопарковом участке ВНИИЛГИСбиотех и её высокую адаптивность и приспособленность к климату и почвам Центрального Черноземья. Вид демонстрирует отличную зимостойкость, устойчивость к загрязнению и болезням, высокую декоративность. Экземпляры в лесопарковом участке регулярно плодоносят. Вид можно рассматривать как ценную альтернативу традиционным хвойным породам для городского озеленения.

Список литературы

1. Вехов, Н. К. Методы интродукции и акклиматизации древесных растений / Н. К. Вехов // Труды Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР. Сер. 6. – Л., 1957. – Вып. 5. – С. 93–106.
2. Сохранение биологических ресурсов хвойных растений в Воронежской области / О. В. Комарова, С. И. Дегтярева, В. Д. Дорофеева, В. Ф. Шипилова // Проблемы интродукции растений и сохранения биологических ресурсов : материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. – Воронеж, 2023. – С. 61–67. – DOI: 10.17308/978-5-907669-40-6-2023-64.

3. Лапин, П. И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П. И. Лапин // Опыт интродукции древесных растений. – М., 1973. – С. 7–67.

4. Лесной план Воронежской области : утверждён указом Губернатора Воронежской области от 15 ноября 2021 года № 200-у. – URL: <https://base.garant.ru/403049542/> (дата обращения: 29.01.2026).

5. Vacek, Z. Challenges and risks of Serbian spruce (*Picea omorika* [Pančić Purk.] in the time of climate change – a literature review / Z. Vacek, S. Vacek // Central European Forestry Journal. – 2023. – Vol. 69. – No. 3. – P. 152–166. – DOI: 10.2478/forj-2022-0016.

References

1. Vekhov, N. K. Methods of introduction and acclimatization of woody plants / N. K. Vekhov // Proceedings of the Komarov Botanical Institute of the USSR Academy of Sciences. Ser. 6. – Leningrad, 1957. – Issue 5. – P. 93–106.

2. Conservation of biological resources of coniferous plants in the Voronezh region / O. V. Komarova, S. I. Degtyareva, V. D. Dorofeeva, V. F. Shipilova // Problems of plant introduction and conservation of biological resources : Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with International Participation. – Voronezh, 2023. – P. 61–67. DOI: 10.17308/978-5-907669-40-6-2023-64

3. Lapin, P. I. Assessment of the prospects for the introduction of woody plants based on visual observations / P. I. Lapin // Experience in the introduction of woody plants. – Moscow, 1973. – P. 7–67.

4. Forest Plan of the Voronezh Region. Approved by Decree of the Governor of the Voronezh Region dated November 15, 2021 No. 200-u. – URL: <https://base.garant.ru/403049542/> (Accessed: 29.01.2026).

5. Vacek, Z. Challenges and risks of Serbian spruce (*Picea omorika* [Pančić Purk.] in the time of climate change – a literature review / Z. Vacek, S. Vacek // Central European Forestry Journal. – 2023. – Vol. 69. – No. 3. – P. 152–166. – DOI: 10.2478/forj-2022-0016.

К ПРОБЛЕМЕ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ИНТЕРЬЕРОВ ОФИСОВ

Кочергина М.В., к. б. н., доцент каф. ландшафтной архитектуры
и почвоведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Зимарин М.С., студент (уровень бакалавриата)
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Ухудшение состояния окружающей среды и интенсификация в ней деструктивных процессов представляют угрозу здоровью населения. Поэтому значение растений возрастает не только в открытых экосистемах, но и во всех типах помещений, которые использует человек. Зелёные зоны в интерьерах офисов способны снижать уровень стресса работников и улучшать их настроение, что приводит к повышению эффективности труда. Сотрудники, работающие в озеленённом помещении, лучше контролируют эмоции и менее психологически напряжены. Санитарно-гигиенические функции растений в интерьерах проявляются в понижении уровня шума, повышении относительной влажности воздуха, снижении его запылённости. В работе представлена концепция озеленения интерьера компании «Отдел продаж» города Воронежа. На основе предпроектных исследований помещения предложен ассортимент тропических и субтропических растений, обладающих высокими декоративными и санитарно-гигиеническими свойствами. Большинство растений относится к группе декоративно лиственных, являются теневыносливыми и не предъявляют сложных требований к уходу. В качестве видов фитокомпозиций выбраны солитер и горшечная группа, как наиболее подходящие по архитектурно-художественному стилю для интерьера офиса. Интеграция растений в интерьер офиса не только создаёт более комфортные условия труда, но и укрепляет имидж компании. Офис с живыми растениями демонстрирует заботу о здоровье сотрудников, тем самым создавая социально

ответственный подход к бизнесу. Компании, имеющие озеленённые интерьеры, имеют заметные преимущества в глазах клиентов, партнёров, сотрудников и инвесторов.

Ключевые слова: офисное помещение, фитодизайн, интерьерное озеленение, оптимизация среды, тропические и субтропические виды, фитокомпозиция.

TO THE PROBLEM OF GREENING OFFICE INTERIORS

Kochergina M.V., PhD in Biology, Associate Professor at the Department of Landscape Architecture and Soil Science

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Zimarin M.S., undergraduate level student of Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. The deterioration of the environment and the intensification of destructive processes in it pose a threat to public health. Therefore, the importance of plants increases not only in open ecosystems, but also in all types of rooms that people use. Green areas in office interiors can reduce the stress level of employees and improve their mood, which leads to increased work efficiency. Green areas in office interiors can reduce the stress level of employees and improve their mood, increasing work efficiency. Employees who work in a green room have better control over emotions and are less mentally stressed. The sanitary and hygienic functions of plants in interiors are manifested in lowering the noise level, increasing the relative humidity of the air, and reducing its dustiness. The paper presents the concept of landscaping the interior of the company "Sales Department" of the city of Voronezh. Based on the pre-design studies of the premises, an assortment of tropical and subtropical plants with high decorative and sanitary properties has been proposed. Most plants belong to the deciduous decorative group, are shade-tolerant and do not impose complex care requirements. Tapeworm and potting group were chosen as the types of phytocompositions, as the most suitable architectural and artistic style for the office interior. The integration of plants into the office interior not only creates more comfortable working conditions, but also strengthens the company's image. An office with live plants demonstrates concern for

the health of employees, thereby creating a socially responsible approach to business. Companies with green interiors have noticeable advantages in the eyes of customers, partners, employees and investors.

Keywords: office space, phytodesign, interior landscaping, environmental optimization, tropical and subtropical species, phytocomposition.

Введение. В связи с ухудшением состояния окружающей среды, интенсификацией в ней деструктивных процессов, представляющих угрозу здоровью населения, значение растений возрастает не только в открытых экосистемах, но и во всех типах помещений, которые использует человек.

Зелёные зоны в интерьерах офисов способны снижать уровень стресса работников и улучшать их настроение, повышая эффективность труда [1]. Исследования отечественных и зарубежных учёных с высокой достоверностью указывают, что сотрудники, работающие в среде с озелененным интерьером, лучше контролируют эмоции и менее психологически напряжены [2, 3].

Озеленение офиса – один из естественных способов понижения уровня шумового загрязнения в нём. Растения создают звукоизоляционные барьеры, поглощают звуковые волны, меняют их направление, снижая уровень эха и реверберации. Наибольшую эффективность в снижении уровня шума в офисах проявляют суккуленты и виды растений, побеги которых имеют густую облиственность [5].

В засушливый сезон научно обоснованное размещение растений в интерьере повышает относительную влажность воздуха на 20%. В период дождей благодаря гигроскопичным свойствам растений, влажность озеленённых помещений ниже, чем в интерьерах, лишённых растений. Кроме того, листья растений эффективно адсорбируют взвешенные частицы в воздухе, уменьшая его запылённость. Под воздействием фитонцидов, выделяемых растениями, снижается уровень общей бактериальной обсемененности воздуха, изменяется химический его состав в благоприятную сторону [6, 7].

Для офисного озеленения ещё одной важной функцией растений является архитектурно-пространственная – способность зонировать помещение, обозначать его границы, визуальное расширение внутреннего пространства и

художественно обогащать его. При использовании растений визуальная среда помещений перестаёт быть гомогенной и переходит в комфортную [4].

Приведённый обзор указывает на актуальность исследований в области офисного озеленения и определяет необходимость разработки концепции интерьерных зелёных зон.

Цель исследования – разработка концепции озеленения интерьера компании «Отдел продаж» города Воронежа.

Материал и методы исследования. Компания «Отдел продаж» располагается на первом этаже многоквартирного дома по адресу Московский проспект, 48а. Здание с двух сторон граничит с жилой застройкой, вдоль остальных сторон проходят проезжие части Московского проспекта и улицы 45 стрелковой дивизии. На придомовой территории единично произрастают липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis* Rozier) и вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.). Цветочное оформление входной зоны представлено небольшой клумбой из петунии гибридной (*Petunia hybrida* (Hook.) Vilm.).

Важно отметить, что ближайшие объекты озеленения общего пользования (сквер «Зелёный уголок» и Московский сквер) находящиеся на противоположной стороне Московского проспекта, имеют небольшую площадь (0,2 и 0,5 га соответственно) и не отвечают в полной мере потребностям в отдыхе среди насаждений. В связи с этим персонал компании испытывает дефицит в общении с природой.

При анализе интерьера также было выявлено отсутствие растений. В связи с этим озеленение данного офиса является актуальным. Тропические и субтропические виды растений, используемые в интерьерах, оздоравливают микроклимат и играют важную роль в улучшении эстетических свойств помещения [3].

Разработке концепции озеленения офиса компании «Отдел продаж» предшествовало всестороннее изучение помещения. Определяли площадь, ориентацию окон, экологические особенности и микроклиматические характеристики. Учитывали предпочтения сотрудников, показатели посещаемости, стилевое направление интерьера, возможности функционального зонирования. Замеры микроклиматических показателей проводились с помощью прибора FNIRSI FPM-02.

Результаты исследования и их обсуждение. К основным принципам озеленения офисных помещений относятся соответствие биоэкологических свойств растений условиям помещения, неприхотливость растений в уходе, соразмерность габаритов растений и помещения, соответствие внешнего вида растений стилистике помещения.

Общая планировка офиса компании «Отдел продаж» позволяет выделить следующие функциональные зоны:

- входная зона;
- зона обслуживания;
- кабинет руководителя;
- кабинет бухгалтера и юриста.

Результаты замеров микроклиматических показателей по функциональным зонам приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Микроклимат интерьера компании «Офис продаж»

Функциональная зона	Микроклиматические показатели,		
	освещённость, лк	температура воздуха, °С, зима/лето	относительная влажность воздуха, %
Зона ожидания	1100	22/24	45
Зона обслуживания	1100	21/23	50
Кабинет руководителя	1500	22/24	45
Кабинет бухгалтера и юриста	1400	21/23	50

Мы видим, что показатели микроклимата в пределах офиса компании практически не отличаются в зависимости от функциональной зоны.

Исходя из имеющихся условий, при разработке ассортимента растений предпочтение было отдано субтропическим и тропическим декоративно лиственным видам и их формам и сортам, умеренно теневыносливым с индифферентным отношением к температуре воздуха и относительной влажности в зимнее время.

Входная зона (зона ожидания) представляет собой стойку-ресепшен с левой стороны и диван с правой, размещённый таким образом, чтобы клиенты могли комфортно ожидать свою очередь. Входная зона оформлена в чёрно-бежевых тонах. Освещается одним окном с западной ориентацией и

различными светильниками. С учётом микроклиматических показателей и ориентации окна в данной зоне нами предложено размещение на стойке-ресепшен солитера из кордилины верхушечной. На противоположной стене запроектировано панно из стабилизированного мха в виде пяти круглых частей разного размера, также симметрично друг другу располагаются два экземпляра фикуса Бенджамина «Твайлайт».

Далее посетители попадают в основной офис продаж. В данной зоне находятся рабочие места сотрудников. Помещение имеет большие окна восточной экспозиции. Дополнительно офис освещается потолочными светильниками. Цветовая гамма интерьера представлена в трёх цветах – белом, жёлтом и чёрном. В соответствии с оформлением помещения и учётом маршрута передвижения сотрудников и клиентов, предлагается размещение массивной горшечной группы из фикусов Бенджамина «Али» и «Кинки», аспидистры высокой на фоне стены, отделяющей входную зону от основного помещения. На рабочих столах предлагается разместить спатифиллум Уоллиса в качестве солитеров.

Кабинет руководителя, как и кабинет главного бухгалтера, представлены в чёрно-белых тонах. В кабинете бухгалтера предлагается разместить два солитера из кодиеума пёстрого «Экселент» и фикуса Бенджамина «Али». В кабине руководителя запроектирована линейная группа из замиокулькаса, два солитера из хризалидокарпуса желтоватого и один солитер из фикуса лировидного.

Учитывая размеры помещения, ассортимент растений включает 10 наименований общей численностью 23 экземпляра, которые относятся к 5 семействам – Тутовые (фикусы), Спаржевые (кордилина, аспидистра), Пальмовые (хризалидокарпус), Ароидные (замиокулькас, спатифиллум) и Молочайные (кодиеум). Подобранные растения в полной мере соответствуют условиям помещения и не предъявляют сложных требований в уходе (таблица 2).

Таким образом, в концепции озеленения офиса компании предложено использование двух видов фитокомпозиций – солитер и горшечная группа. При построении композиций использовалась цветовая схема, предусматривающая сочетание родственно-контрастных цветов с преобладанием различных вариантов зелёного цвета.

Таблица 2 – Ассортиментная ведомость

№ п/п	Название растения	Кол-во, шт.	Вид композиции	Расположение
1	Фигус Бенджамина «Кинки» – <i>Ficus benjamina</i> «Kinky»	2	Группа	Офис продаж
2	Фигус лировидный – <i>Ficus lyrata</i>	1	Солитер	Кабинет руководителя
3	Фигус Бенджамина «Али» – <i>Ficus benjamina</i> «Alii»	3	Группа, солитер	Офис продаж, кабинет бухгалтера и юриста
4	Фигус Бенджамина «Твайлайт» – <i>Ficus benjamina</i> «Twilight»	2	Солитер	Зона ожидания
5	Аспидистра высокая – <i>Aspidistra elatior</i>	5	Группа, солитер	Офис продаж
6	Хризалидокарпус желтоватый – <i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	2	Солитер	Кабинет руководителя
7	Кодиеум пёстрый «Экселент» – <i>Codiaeum variegatum</i> «Excellent»	1	Солитер	Кабинет бухгалтера и юриста
8	Замиокулькас замиелистный – <i>Zamioculcas zamiifolia</i>	3	Группа	Кабинет руководителя
9	Спатифиллум Уоллиса – <i>Spathiphyllum wallisii</i>	3	Солитер	Офис продаж
10	Кордилина верхушечная – <i>Cordyline terminalis</i>	1	Солитер	Зона ожидания
	Итого	23		

Заключение

Реализация предложенной концепции озеленения офиса компании «Отдел продаж», на наш взгляд, будет способствовать улучшению качества воздуха, снижению уровня стресса сотрудников, повышению эффективности труда. Офис с живыми растениями демонстрирует заботу о здоровье сотрудников, тем самым создавая имидж социально ответственного бизнеса. Подобные компании вызывают больше доверия у клиентов, партнёров и инвесторов, что приводит к укреплению связей, увеличению количества клиентов и привлечению инвестиций.

Таким образом, интеграция растений в интерьер офиса не только создаёт более комфортные условия труда, но и укрепляет имидж компании. Компании, имеющие озеленённые интерьеры, имеют заметные преимущества в глазах клиентов, партнёров, сотрудников и инвесторов.

Список литературы

1. Ван, Дин. Функциональная типология зелёных зон в офисных зданиях / Дин Ван // Вестник ИрГТУ. – 2013. – №1 (72). – С. 81-84.
2. Внутриофисное вертикальное озеленение / А. В. Щур, И.В. Шилова, М.В. Романов, А.А. Александронец // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2024. – №3 (84). – С. 101-110.
3. Йуань, Бин. Эко-дизайн в интерьере / Бин Йуань // Интерьерный дизайн. – 1999. – № 5. – С. 22-23.
4. Крестинина, Н. В. Исследование влияния озеленения на параметры внутренней среды помещения / Н. В. Крестинина, В. Н. Сорокопудов, О. А. Сорокопудова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 1. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=5295> (дата обращения: 10.02.2026).
5. Лагутина, Н. В. Оценка возможности применения внутреннего озеленения офисных помещений для снижения шумовой нагрузки / Н. В. Лагутина // Journal of Agriculture and Environment. – 2024. – №1 (41). – URL: <https://jae.cifra.science/archive/1-41-2024-january/10.23649/JAE.2024.41.6> (дата обращения: 10.02.2026). – DOI: 10.23649/JAE.2024.41.6.
6. Тарасенко, А. В. Влияние комнатных растений на микроклимат в помещении, а также на здоровье и психоэмоциональное состояние человека / А. В. Тарасенко // Наука и образование сегодня. – 2018. – № 5 (28). – С. 15-16.
7. A Review of Green Systems within the Indoor Environment / Т. А. Moya, A. van den Dobbelsteen, M. Ottelé [et al.] // Indoor and Built Environment. – 2019. – 28 (3). – P. 298-309. – DOI: 10.1177/1420326X18783042.

References

1. Wang, Ding. Functional Typology of Green Areas in Office Buildings / Ding Wang // Bulletin of Irkutsk State Technical University. – 2013. – No. 1 (72). – Pp. 81-84.
2. Intraoffice vertical gardening / A. V. Shchur, I. V. Shilova, M. V. Romanov, A. A. Alexandronets // Bulletin of the Belarusian-Russian University. – 2024. – № 3 (84). – Pp. 101-110.
3. Yuan, Bin. Eco-Design in the Interior / Bin Yuan // Interior Design. – 1999. – No. 5. – Pp. 22-23.
4. Krestinina, N. V. Research of the influence of landscaping on the parameters of the indoor environment / N. V. Krestinina, V. N. Sorokopudov,

O. A. Sorokopudova // Modern problems of science and education. – 2012. – No. 1. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=5295> (accessed: 10.02.2026).

5. Lagutina, N. V. Assessment of the Possibility of Using Indoor Gardening in Office Buildings to Reduce Noise Levels / N. V. Lagutina // Journal of Agriculture and Environment. – 2024. – No. 1 (41). – URL: <https://jae.cifra.science/archive/1-41-2024-january/10.23649/JAE.2024.41.6> (accessed: 10.02.2026). – DOI: 10.23649/JAE.2024.41.6

6. Tarasenko, A. V. The Influence of Indoor Plants on the Indoor Microclimate, as well as on Human Health and Psychoemotional State / A. V. Tarasenko // Science and Education Today. – 2018. – No. 5 (28). – Pp. 15-16.

7. A Review of Green Systems within the Indoor Environment / T. A. Moya, A. van den Dobbelsteen, M. Ottelé [et al.] // Indoor and Built Environment. – 2019. – 28 (3). – P. 298-309. – DOI: 10.1177/1420326X18783042.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ, СВЯЗАННЫХ С ФОРМИРОВАНИЕМ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ИЗ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА

Левин И.С., аспирант кафедры лесных культур, селекции и лесомелиорации ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия

Левин С.В., к.с.-х.н., ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», Воронеж, Россия

Аннотация. Создание и последующее культивирование искусственных лесных насаждений с использованием древесных быстрорастущих интродуцентов представляется целесообразным для решения задач по увеличению видового разнообразия лесных экосистем, повышению их эстетической ценности и усилению природоохранных функций, в частности, водоохранной и почвозащитной. В целях оценки динамики роста псевдотсуги Мензиса были отобраны репрезентативные объекты, расположенные на значительном меридиональном удалении в европейской части Российской Федерации (на примерах Ярославской и Воронежской областей). Проведенные исследования позволили установить высокий потенциал накопления древесной массы данной породой, а также выявить специфические особенности ее развития в зависимости от пространственного расположения посадочных мест и характеристик лесорастительных условий.

Ключевые слова: высота дерева; диаметр ствола; интродукция; запас древесины; псевдотсуга Мензиса.

EXPLORING CHALLENGES IN ESTABLISHING DOUGLAS-FIR PLANTATIONS

Levin I.S., Postgraduate Student of the Department of Forest Cultures, Breeding, and Forestry Reclamation, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Levin S.V., PhD in Agriculture, All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding, and Biotechnology, Voronezh, Russia

Abstract. The creation and subsequent cultivation of artificial forest plantations using introduced tree species appears to be expedient for addressing the objectives of increasing the species diversity of forest ecosystems, enhancing their aesthetic value, and strengthening their conservation functions, particularly water protection and soil conservation. To assess the growth dynamics of *Pseudotsuga menziesii*, representative sites were selected, located at a significant meridional distance within the European part of the Russian Federation (using Yaroslavl and Voronezh regions as examples). The conducted research allowed for the establishment of the high potential of this species for wood mass accumulation, as well as the identification of specific developmental characteristics depending on the spatial location of planting sites and the characteristics of forest growing conditions.

Keywords: height of the tree; diameter of the trunk; introduction; stock of wood; *pseudotsuga Menziesii*.

Введение. Псевдотсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco)- один из наиболее важных видов деревьев с коммерческой точки зрения в западной части США и один из самых ценных в мире. Культивирование породы за пределами ареала впечатляет: в 35 странах Европы занимает более 830 тысяч га, претендуя на второе место среди хвойных интродуцентов после ели ситхинской (*Picea sitchensis* (Bong.) Carrière). Аналогичная картина наблюдается и в Южном полушарии, где порода занимает: в Новой Зеландии - 112 тысяч га, являясь вторым по важности интродуцентом; в Чили - 15 тысяч га и Аргентине - 7,5 тысяч га [7].

Высокая продуктивность, ценные эксплуатационные характеристики древесины и адаптивность к аридным условиям делают псевдотсугу Мензиса весьма востребованной культурой для лесохозяйственного комплекса во

многих европейских регионах. Европейская практика разведения данной породы для производства посадочного материала опирается на диверсифицированный спектр источников. К ним относятся как генетически контролируемые ресурсы, представленные сертифицированными семенными плантациями (совокупная площадь которых составляет приблизительно 4800 гектаров и включает более 2200 отдельных единиц) и специализированными семенными питомниками (69 объектов общей площадью 390 гектаров), так и импортируемые семена, происходящие из естественных ареалов обитания вида [7].

В жизненном цикле Псевдотсуги Мензиса период репродуктивной зрелости, когда дерево начинает формировать шишки, наступает в среднем к 30-35 года. Максимальная продуктивность по количеству шишек достигается в возрасте 50-60 лет [7].

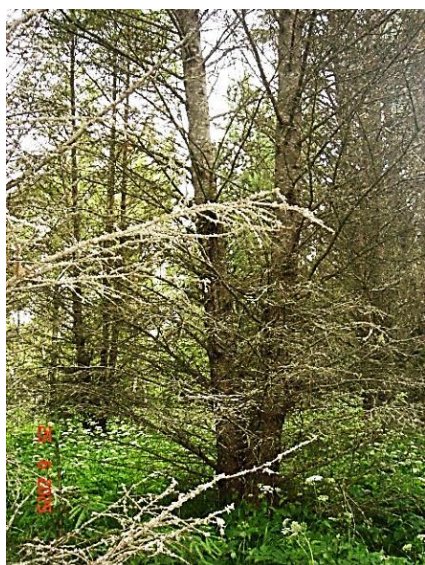
Густота посадки деревьев при закладке лесных культур напрямую влияет на их дальнейшую жизнеспособность, общую продуктивность и качество древесины. Если ранее для псевдотсуги рекомендовалась высокая густота, то с середины прошлого века этот показатель стал снижаться. Например, во Франции с 2500-3000 деревьев на гектар в 1950-1955 годах к концу 1980-х их количество сократилось до 1100-1300. В настоящее время в Европе начальная густота посадки псевдотсуги колеблется от 600 до 4000 шт/га, но чаще всего оптимальным считается диапазон 1000-2000. Оборот рубки породы составляет от 40 до 80 лет [7].

Согласно Стратегии ЕС по биоразнообразию до 2030 года внедрение псевдотсуги в состав местных пород является ключевым. Эти более разнообразные смешанные леса, в отличие от чистых насаждений, предлагают два основных преимущества: лучше противостоят вредителям и болезням и быстрее восстанавливаются; а также способствуют естественной интеграции псевдотсуги в существующие лесные экосистемы, что является важным элементом подхода к лесовосстановлению, ориентированному на природные процессы [7].

Обоснование для изучения проблематики посадок псевдотсуги Мензиса в европейской части России было получено на основе анализа информации, собранной на объектах Ярославской и Воронежской областей. Данный массив данных стал определяющим при определении задач исследования.

Материалы и методы исследований. В рамках исследования были изучены насаждения в Ярославской области, а именно: лесосеменная плантация (ЛСП) в Неверковском участковом лесничестве Борисоглебского лесничества и аллейная посадка в Переславль-Залесском дендрарии им. С.Ф. Харитонова. На территории Воронежской области объектами исследования послужили: ЛСП в Семилукском коллекционно-маточниковом дендрарии (КМД), а также куртина псевдотсуги Мензиса в дендрарии ГБПОУ ВО «Хреновского лесного колледжа им. Г.Ф. Морозова». Сравниваемые подобранные объекты с учетом их назначения подобраны по возрасту. Таксационные параметры деревьев и насаждений были установлены с помощью стандартной методики [1].

Результаты исследования и их обсуждение. В Неверковском участковом лесничестве Борисоглебского лесничества Ярославской области (кв. 96, выд. 8) лесосеменная плантация семенного происхождения (ЛСП) создана в 1984 г. (рис.1а) посадочным материалом разновидности псевдотсуги - зеленая из Ивантеевского питомника Московской области.



а)



б)

Рисунок 1 – Объекты псевдотсуги на территории Ярославской области:

а) ЛСП в Неверковском участковом лесничестве Борисоглебского лесничества; б) в дендросаду им. С.Ф. Харитонова в г. Переславль-Залесском

Данный объект представляет собой участок с конфигурацией посадочных мест 5х8 метров, расположенный на дерново-подзолистой глубинно-глееватой легкосуглинистой почве. Тип лесорастительных условий классифицируется как

В₃₋₄ при бонитете насаждения – I. Диаметры учётных деревьев варьируют от 10,0 до 39,0 см, величины высот – от 14,0 до 24,0 м. Таксационные показатели отображены в таблице 1. Анализ таксационных признаков на объекте показал следующую изменчивость по: диаметру – 28,9, высоте – 11,7, объему ствола – 56,6 % (табл.2). Особенно высокая вариабельность объема стволов ярко демонстрирует, как повреждение центрального побега приводит к формированию деревьев с несколькими стволами, более различными по мере увеличения количества стволов в пределах одного дерева (рис. 2 б). Отсюда и большой запас древесины на данном объекте, сформированный из разных по объему стволов. Эта особенность развития деревьев обусловлена повреждениями по отношению к ним, нанесенными как поздними весенними заморозками в начале жизненного цикла деревьев, так и копытными.

Таблица 1 – Таксационные показатели насаждений

Местонахождение объектов	Возраст, лет	Бонитет	ТЛУ	Размещение / полнота (м/м ² /га)	Число стволов, шт/га	Высота, м	Диаметр, см	Объем ствола, м ³	Запас древесины, м ³ /га
Лесосеменные плантации									
Семилюкский КМД (кв.81-83)	43	Ia	Д ₂	8х5 / 26,7	183	19,8	40,4	1,22	244,2
Борисоглебское лесничество	41	Ia	В ₃	8х5/ 78,2	1448	19,8	25,2	0,483	698,9
Дендрологические объекты									
Дендропарк Хреновского лесного колледжа	58	I	С ₃	1 х1 / 68,6	1602	20,0	21,9	0,371	681,4
Ботанический сад С.Ф.Харитонов	61	Ia	С ₄	5 /63,9	227	25,8	59,5	3,24	736,4

Согласно работе Гусевой (2010) [2] при наличии многоствольности в 2010 году наблюдалась следующая изменчивость признаков: высота варьировалась – 30 %, а диаметр – 12,6 %. Средние показатели тогда составляли 15,2 см (максимум 26 см) для диаметра ствола и 6 м (максимум 11 м) для высоты дерева. Это позволяет предположить, что при редком расположении деревьев, разница в их высоте со временем уменьшается, в то время как диаметры на высоте груди остаются более изменчивыми. Кроме того, поскольку кроны деревьев еще не сомкнулись и территория покрыта густой травой, как между

рядами, так и за пределами объекта, то это исключает возобновление при начавшемся семеношении.

Таблица 2 – Вариационная изменчивость таксационных признаков по объектам (Cv, %)

Таксационный показатель	Назначение объекта			
	Лесосеменная плантация		Дендрологический участок	
	Семилюкский КМД	Борисоглебское лесничество	Хреновской лесной колледж	Ботсад им. С.Ф. Харитонова
Диаметр ствола	18,5	28,9	36,5	12,1
Высота дерева	10,7	11,7	22,9	6,2
Объем ствола	38,9	56,6	81,9	24,7

В Переславль-Залесском ботсаду им. С.Ф. Харитонова, начиная с 1967 года, начали высаживать деревья для создания объекта, показанного на рисунке 1б. Для этого использовали 4-5-летние саженцы псевдотсуги зеленой, привезенные из питомника в Ивантеевке (Московская область). Деревья посажены через 5м в ряду (рис. 1 б) на земле, которая ранее использовалась в сельском хозяйстве и имеет глинистую, влажную структуру. Сейчас этим деревьям 61 год и они растут при ТЛУ-С₄. Диаметр деревьев, которые учитывались, колеблется от 52 до 77 см, а их высота – от 23 до 28,5 метров. Одного возраста с псевдотсугами лиственницы, расположенные поблизости, оказались меньше по своим габаритам: диаметр- 42-52 см, а высота – 22-23 м.

Анализ таксационных параметров выявил следующую картину изменчивости: диаметр варьировался как 12,1 %, высота –6,2 %, а объем ствола –24,7 %. Важным отличием от предыдущего объекта является отсутствие многоствольных деревьев на данной территории. Кроме того, проведенные мероприятия по уходу способствовали максимальному развитию каждого дерева, что подтверждается низкими показателями изменчивости, особенно не характерными для объема ствола. Ранее проведенные исследования показывают, что псевдотсуга начинает продуцировать жизнеспособный самосев в возрасте 27-30 лет. В частности, в условиях Переславского ботсада, семеношение начинается значительно раньше с 18 лет с последующим формированием подроста [5]. Отмечено, что в 2000 году наблюдалось массовое семеношение и высокий урожай практически у всех деревьев. При этом семена многих деревьев продемонстрировали высокую грунтовую всхожесть [5].

В Воронежской области этот вид также успешно произрастает, что подтверждается наличием лесосеменной плантации (ЛСП) на землях Семилукского коллекционно – маточного дендрария КМД) (рис. 2а) [3]. Ещё одним примечательным примером является куртина из деревьев псевдотсуги зелёной разновидности, бережно сохраняемая в дендрарии ГБПОУ ВО «Хреновского лесного колледжа им. Г.Ф. Морозова» (рис. 2б).



а)



б)

Рисунок 2 – Объекты псевдотсуги на территории Воронежской области:
а) ЛСП в Семилукском КМД; б) в дендрарии Хреновского лесного колледжа
им. Г.Ф. Морозова

Анализ 43-летней лесосеменной плантации, расположенной в кв. 81-83, выявил интересные особенности. Эта плантация была создана на выщелоченном черноземе в условиях свежей дубравы (Д₂) с использованием трехлетних сеянцев, высаженных по схеме 5х8 метров. На объекте диаметры учётных деревьев варьируют от 20 до 62 см, величины высот – от 11 до 25 м.

По таким ключевым показателям, как диаметр ствола и высота, наблюдается высокая степень однородности деревьев (изменчивость менее 33 %). Однако, более значительная вариативность в объеме ствола (38,9 %) указывает на индивидуальные различия в росте и развитии отдельных экземпляров. Учитывая возраст насаждения и редкое размещение посадочного материала, можно сделать вывод, что плантация, вероятно, достигла своего потенциала развития по высоте. Примечательно, что смыкание крон произошло лишь на небольшой части (5-7 %) пятиметровых междурядий и полностью

отсутствует в восьмиметровых. В целом, корреляционный анализ таксационных показателей с объемом ствола демонстрирует, что деревья в этом насаждении оказывают слабое взаимное влияние друг на друга [3]. Обильный самосев, его возраст на объекте и на сопредельной территории указывают на начало устойчивого семеношения деревьев с возраста 25 лет.

В рамках исследования была изучена куртина псевдотсуги Мензиса (зеленой разновидности), расположенная в дендрарии ГБПОУ ВО «Хреновского лесного колледжа им. Г.Ф. Морозова» [4] (рис. 3б). Этот участок, находящийся в кв. 51, выделе 14 (участок №10 дендрария) Хреновского лесничества Воронежской области, характеризуется серой лесной почвой, ТЛУ - С₃ и бонитетом - I. На данном объекте диаметры деревьев, подлежащих учету, находятся в диапазоне от 10,5 до 38,5 см, а их высоты – от 11,0 до 26,5 м. В исследуемом возрасте насаждение характеризуется повышенной сомкнутостью, поскольку его абсолютная полнота превышает показатель нормального елового насаждения (47,78 м²) [6] на 43,6 %. На территории объекта самосев не выявлен. Необходимо отметить, что из всех рассмотренных объектов самая высокая вариабельность по всем таксационным показателям присуща именно насаждению в дендрарии ГБПОУ ВО «Хреновского лесного колледжа им. Г.Ф. Морозова» (табл. 2). Следует подчеркнуть и то, что утолщение ствола не является исключительной характеристикой деревьев, произрастающих на опушках. Интересно, что, несмотря на 58-летний возраст и идентичную густоту с ЛСП Борисоглебского лесничества, по диаметру на высоте груди у деревьев участок уступает по показателям ЛСП, где у последнего отличительной особенностью является наличие многоствольных деревьев при схеме посадки 5×8 м.

Выводы

Данные, собранные на объектах, выявили перспективу создания лесных культур при различных ТЛУ: В₃, С₂₋₃, С₄, Д₂ и свидетельствуют о наличии вариаций в таксационных показателях псевдотсуги больше в зависимости от густоты посадок. В условиях дендрария им. С.Ф. Харитоновой при низкой густоте размещения (227 шт/га) был зафиксирован значительный объем стволовой древесины (736,4 м³/га). Схожий показатель (681,4 м³/га) достигнут в дендрарии ГБПОУ ВО «Хреновского лесного колледжа им. Г.Ф. Морозова», однако это было обусловлено высокой концентрацией деревьев (1602 шт/га).

Анализ пространственной структуры древесных насаждений, учитывающий лесорастительные условия, биологические особенности породы показывает, что схема посадки 5×8 м не обеспечивает экономического эффекта в плане получения объема стволовой древесины при наличии на посадочном месте одноствольного дерева, что наглядно видно по запасу древесины на ЛСП Семилукского КМД (244,2 м³/га). Также следует отметить, что на объектах с такой схемой к возрасту 40 лет средняя высота крепления живой кроны составляет более 8 метров, а нижняя часть ствола при этом обильно покрыта мертвыми сучьями, что делает сбор шишек не возможным, требуя проведения как обрезки сучьев, так и применения спецтехники (подъемников). Данные проблемы можно разрешить путем раннего удаления центрального проводника и формирования 2-3-х стволов у дерева.

Список литературы

1. Анучин, Н. П. Лесная таксация / Н. П. Анучин. – М. : Лесн. пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Гусева, Н. Ю. Интродукция лжетсуги Мензиса в северной подзоне смешанных лесов / Н. Ю. Гусева // Лесной вестник. – 2010. – № 3. – С. 192–195.
3. Левин, С. В. Анализ состояния лесосеменной плантации псевдотсуги Мензиса в условиях Семилукского коллекционно - маточного дендрария Воронежской области / С. В. Левин, И. С. Левин // Лесные экосистемы в условиях меняющегося климата: проблемы и перспективы : материалы Междунар. научно-практ. конф., посвящ. 95-летию ВГЛУ, Воронеж, 15.05.2025 г. – Воронеж : ВГЛУ, 2025. – С. 303-309. – DOI: 10.58168/FECC2025_303-309.
4. Левин, И. С. Развитие псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga Menziesii* (Mirb.) Franco) на территории дендрария Хреновского лесного колледжа // Лесоводственно-биологические основы устойчивости природных и искусственных фитоценозов : материалы Междунар. молодежн. научно-практ. конф., Воронеж, 21.02.2024 г. – Воронеж : ВГЛУ, 2024. – С. 113-119.
5. Телегина, Л. И. Каталог древесных растений Переславского дендросада / Л. И. Телегина. – Москва : Информпечать, 1998. – 191 с.

6. Третьяков, Н. В. Справочник таксатора: Таблицы для таксации леса / Н. В.Третьяков, П. В.Горский, Г. Г.Самойлович. – М.-Л. : Гослесбумиздат, 1952. – 854 с.

7. Valeriu N. Nicolescu, William L. Mason, Jean C. Bastien et al. Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) in Europe: an overview of management practices J. For. Res. (2023) 34:871–888. – <https://doi.org/10.1007/s11676-023-01607-4>.

References

1. Anuchin, N. Forest Taxation / N. Anuchin. – Moscow : Lesnaya Promyshlennost, 1982. – 552 p.

2. Guseva, N. Yu. Introduction of Menzies' False Hemlock in the Northern Subzone of Mixed Forests / N. Yu. Guseva // Lesnoy Vestnik. – 2010. – No. 3. – Pp. 192–195.

3. Levin, S. V. Analysis of the condition of the pseudo-hemlock seed plantation in the Semiluksky collection and mother tree arboretum of the Voronezh Region / S.V. Levin, I. S. Levin // Forest ecosystems in the changing climate: problems and prospects : materials of the International scientific and practical conference dedicated to. 95th anniversary of VGLTU, Voronezh, 05/15/2025. – Voronezh : VGLTU, 2025. – Pp. 303-309. – DOI: 10.58168/FECC2025_303-309.

4. Levin, I. S. The development of *Pseudotsuga Menziesii* (Mirb.) Franco on the territory of the arboretum of the Khrenovsky Forestry College / I. S. Levin // Forestry and biological bases of sustainability of natural and artificial phytocenoses : International materials youth scientific and practical Conference, Voronezh, 02/21/2024. – Voronezh : VGLTU, 2024. – Pp.113-119.

5. Telegina, L. I. Catalogue of Woody Plants in the Pereslavl Arboretum / L. I. Telegina. – Moscow : Informpechat, 1998. – 191 p.

6. Tretyakov, N. V. Handbook of a Taxation Expert: Tables for Forest Taxation / N. V. Tretyakov, P. V. Gorsky, G. G. Samoilovich. – Moscow-Leningrad: Goslesbumizdat, 1952. – 854 p.

7. Valeriu N. Nicolescu, William L. Mason, Jean C. Bastien, et al. Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) in Europe: an overview of management practices J. For. Res. (2023) 34:871–888. – <https://doi.org/10.1007/s11676-023-01607-4>.

АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ В ЛИСТЯХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ (*BETA VULGARIS L.*) В УСЛОВИЯХ СОЛЕВОГО СТРЕССА

Мажарина А.А., студент кафедры биохимии и физиологии клетки
медико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный университет», Россия, Воронеж

Сороколетова А.С., студент кафедры биохимии физиологии клетки
медико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный университет», Россия, Воронеж

Селиванова Н.В., к. б. н., доцент кафедры биохимии и физиологии
клетки, медико-биологического факультета ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный университет», Россия, Воронеж

Аннотация. В ходе работы было исследовано функционирование ферментов антиоксидантной системы растений: каталазы (КАТ), аскорбатпероксидазы (АПО) и супероксиддисмутазы (СОД) в условиях солевого стресса в зеленых листьях сахарной свёклы (*Beta vulgaris L.*) разных сортов. С помощью спектрофотометрического метода были выявлены изменения в активности ферментов в растительном материале, подвергнутому воздействию солевого стресса, по сравнению с контрольными образцами.

Было установлено, что изменения активности данных ферментов в листьях в ответ на стрессовые условия носят сортоспецифический характер и зависят от ионной силы раствора. Увеличение активности каталазы наблюдалось у большинства изученных сортов, что свидетельствует об активации основного ферментативного пути детоксикации пероксида водорода. Исключение составил один сорт, показавший ингибирование активности КАТ, что может указывать на большую чувствительность свеклы данного сорта к окислительному повреждению.

Изменение активности аскорбатпероксидазы и супероксиддисмутаза в опытных образцах может указывать на активацию аскорбат-глутатионового цикла как альтернативного пути детоксикации пероксида водорода.

Ключевые слова: *Beta vulgaris* L., сахарная свекла, солевой стресс, активность ферментов, каталаза, аскорбатпероксидаза, супероксиддисмутаза

ANALYSIS OF ANTIOXIDANT ENZYME ACTIVITY IN SUGAR BEET LEAVES (*BETA VULGARIS* L.) IN CONDITIONS OF SALT STRESS

Mazharina A.A. Student of the Department of Biochemistry and Cell Physiology, Faculty of Medicine and Biology, VSU, Russia, Voronezh

Sorokoletova A.S. Student of the Department of Biochemistry and Cell Physiology, Faculty of Medicine and Biology, VSU, Russia, Voronezh

Selivanova N.V., PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Biochemistry and Cell Physiology, Faculty of Medicine and Biology, Voronezh State University, Russia, Voronezh

Abstract. The present study examined the activity of key antioxidant enzymes: catalase (CAT), ascorbate peroxidase (APX), and superoxide dismutase (SOD) in the leaves of various varieties of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under salt stress conditions. Spectrophotometric analysis revealed alterations in enzyme activity in plant tissues subjected to salt stress, as compared to control samples.

Results demonstrate that the responses of leaf enzyme activity to stress conditions exhibit variety-specific patterns and are influenced by the ionic strength of the salt solution. Most varieties displayed increased catalase activity, indicating the activation of the primary enzymatic pathway for hydrogen peroxide detoxification. However, one variety showed inhibited CAT activity, potentially indicating greater susceptibility to oxidative damage.

Modifications in APX and SOD activity levels in the experimental samples suggest the possible activation of the ascorbate-glutathione cycle as an alternative mechanism for hydrogen peroxide detoxification.

Keywords: *Beta vulgaris* L., sugar beet, salt stress, enzyme activity, catalase, ascorbate peroxidase, superoxide dismutase.

Введение. В настоящее время засоление почв одна из важнейших проблем в сельском хозяйстве. Помимо осмотического и токсического действия на растения, солевой приводит к подавлению основных физиологических процессов и существенному снижению продуктивности сельскохозяйственных культур [1]. Нарушение осмотического баланса стимулирует генерацию активных форм кислорода (АФК), таких как пероксид водорода, синглетный кислород, супероксид-радикал, способных разрушать важнейшие органические компоненты клетки [2]. Образование АФК у растений является одним из признаков окислительного стресса [3]. В ответ на окислительный стресс активируется антиоксидантная система, которая снижает концентрацию образовавшихся АФК и ограничивает их действие в зоне генерации [4]. Ферменты антиоксидантной защиты растений играют важную роль в формировании устойчивости растений к стрессовым условиям.

Цель: исследовать функционирование антиоксидантных ферментов в зелёных листьях сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) разных сортов в условиях воздействия NaCl концентрацией 150 и 280 мМ.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования служили зеленые листья сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) сортов РМС 127, О-ТИП 2113, О-ТИП 09021. Растения выращивали при 25°C с фотопериодом в течение 14 ч / 10 ч в теплице в ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А. Л. Мазлумова". После появления зеленых листьев проростки обрабатывали 150 и 280 мМ NaCl в течение 30 дней. Контрольные образцы растений поливались водой. Каждая обработка содержала четыре сеянца и имела два биологических повтора.

Для определения активности каталазы использовали 0,5 моль/л К-фосфатный буфер pH7,0 для приготовления гомогената. Реакцию начинали добавлением 0,2 моль/л раствора H₂O₂. Оптическую плотность определяли при 240 нм в течение 30 секунд [8].

Активность аскорбатпероксидазы определяли спектрофотометрически при 290 нм по уменьшению светопоглощения в результате окисления аскорбиновой кислоты [6].

Определение активности СОД проводили по ингибированию скорости восстановления нитросинего тетразолия в неэнзимотической системе феназинметасульфата и НАДН на СФ при $\lambda=540$ нм [9].

Результаты исследования и их обсуждение. В условиях абиотического стресса защитная система растений не справляется с нейтрализацией АФК из-за их избыточного образования, что приводит к окислительному повреждению клеток [5]. Индикатором этого процесса служит изменение активности ключевых ферментов антиоксидантной системы: супероксиддисмутазы, катализирующей дисмутацию супероксид-радикала, а также каталазы и аскорбатпероксидазы, участвующих в детоксикации образующегося пероксида водорода [6].

В работе была исследована активность АПО, КАТ и СОД в листьях трёх сортов сахарной свёклы (*Beta vulgaris* L.) – РМС 127, О-ТИП 2113 и О-ТИП 09021– в ответ на обработку NaCl в концентрациях 150 и 280 мМ.

В ходе исследования были получены следующие данные по активности аскорбатпероксидазы в зеленых листьях сахарной свеклы: у сортов РМС 127 и О-ТИП 2113 наблюдалась значительная интенсификация фермента пропорционально увеличению степени засоления (рис. 1.). По сравнению с контролем скорость функционирования аскорбатпероксидазы при засолении 280 мМ выросла в 3 раза у обоих сортов. Активность АПО у сорта О-ТИП 09021 также выросла в 1,5 раза в условиях сильного засоления.

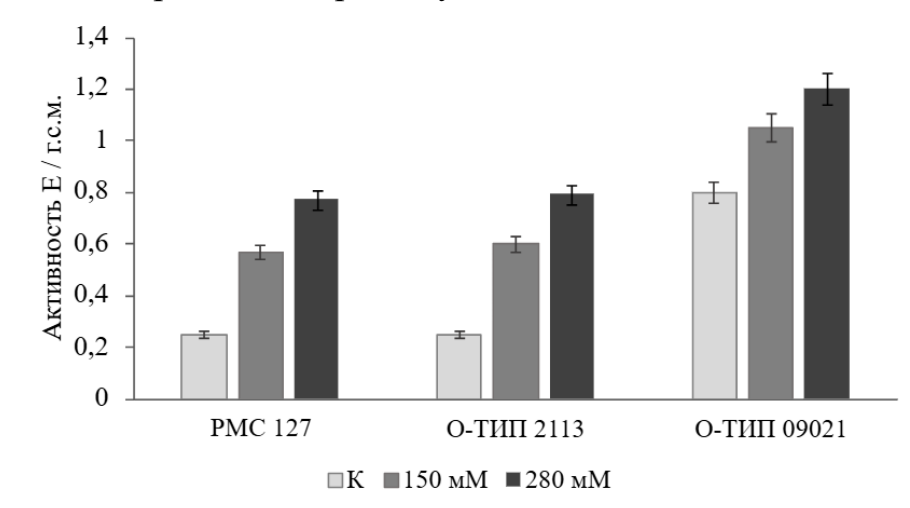


Рис. 1. Активность АПО в зеленых листьях сахарной свеклы сортов РМС 127, О-ТИП 2113, О-ТИП 09021 в условиях солевого стресса. К – контрольная группа растений, 150 мМ и 280 мМ – концентрации соли, которые были добавлены в почву

Такое значительное усиление активности АПО у большинства сортов указывает на интенсивную активацию аскорбат-глутатионового цикла как

ключевого альтернативного пути детоксикации пероксида водорода в условиях солевого стресса [7].

Динамика активности каталазы, основного фермента, разлагающего H_2O_2 в пероксисомах, также варьировала в зависимости от сорта и ионной силы раствора (рис. 2.). Наиболее сильную реакцию на воздействие стрессового фактора продемонстрировали сорта О-ТИП 2113 и О-ТИП 09021.

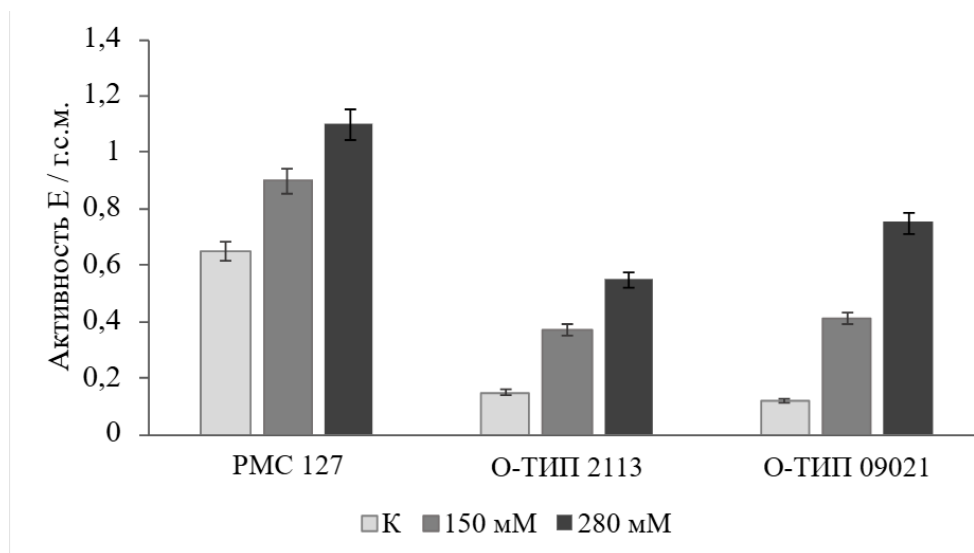


Рис. 2. Активность каталазы в зеленых листьях сахарной свеклы сортов РМС 127, О-ТИП 2113, О-ТИП 09021 в условиях солевого стресса. К – контрольная группа растений, 150 мМ и 280 мМ – концентрации соли, которые были добавлены в почву

У сорта О-ТИП 2113 активность каталазы возросла в 2 и 3 раза, а у О-ТИП 09021 – в 4 и 8 раз при 150 и 280 мМ NaCl соответственно. У сорта РМС 127 можно отметить прямую зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации NaCl.

Повышение активности каталазы у трех сортов подтверждает активацию основного ферментативного пути утилизации H_2O_2 .

В отличие от аскорбатпероксидазы и каталазы, данные по активности СОД в зелёных листьях сахарной свеклы отличаются. Во всех исследуемых сортах наблюдалось увеличение скорости функционирования фермента при уровне засоления 150 мМ, однако в условиях сильного стресса изменения в активности фермента относительно контроля были минимальны (рис. 3.).

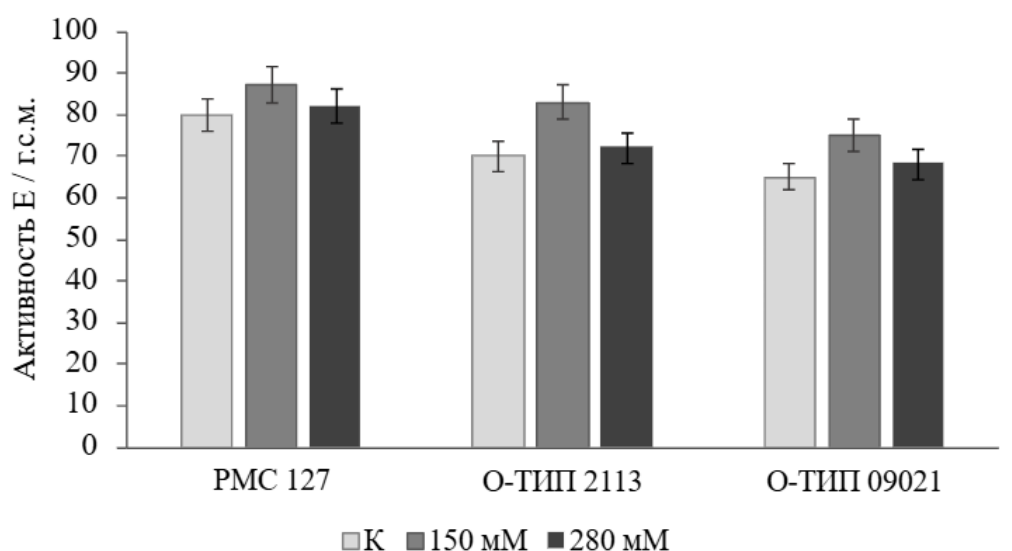


Рис. 3. Активность СОД в зеленых листьях сахарной свеклы сортов РМС 127, О-ТИП 2113, О-ТИП 09021 в условиях солевого стресса. К – контрольная группа растений, 150 мМ и 280 мМ – концентрации соли, которые были добавлены в почву

Незначительные изменения активности СОД могут означать, что исходной активности было достаточно для дисмутации образующегося супероксид-радикала, либо главным механизмом адаптации к солевому стрессу у сахарной свеклы является не обезвреживание супероксид-радикала, а последующая детоксикация пероксида водорода каталазой и аскорбатпероксидазой.

Заключение

Полученные данные свидетельствуют об индукции окислительного стресса у растений под воздействием засоления и активации их ферментативной антиоксидантной системы в качестве защитного ответа. А также о сортоспецифическом ответе на стресс у сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.).

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания вузам в сфере научной деятельности на 2026-2028 годы, проект № FZGU-2026-0010.

Список литературы

1. Водный потенциал апопласта подустьичной полости листа *Suaeda altissima* (L.) Pall. при солевом стрессе / Воронин П. Ю. и др. // Физиология растений. – 2021. – Т. 68. – № 3. – С. 308-314.
2. Гарифзянов, А. Р. Образование и физиологические реакции активных форм кислорода в клетках растений / А. Р. Гарифзянов, Н. Н. Жуков, В. В. Иванищев // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 2. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=4600>.
3. Хозеева, Е. В. Окислительный стресс растений: химия, физиология, способы защиты / Е. В. Хозеева, Ю. А. Зимина, Г. А. Срослова // Природные системы и ресурсы. – 2020. – Т. 10. – № 4. – С. 30-43.
4. Жарина, И. А. Влияние температурного стресса на активность ферментов антиоксидантной защиты растений / И. А. Жарина // Итоги научных исследований ученых МГУ имени А. А. Кулешова, 2019 г. : материалы научно-методической конференции, 29 января - 10 февраля 2020 г. / под ред. Н. В. Маковской, Е. К. Сычовой. – Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2020. – С. 85–87.
5. Иванищев, В. В. О механизмах солеустойчивости растений и специфике влияния засоления / В. В. Иванищев // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2019. – № 4. – С. 76-88.
6. Методы оценки антиоксидантного статуса растений : учеб.-метод. пособие / Г. Г. Борисова и др. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2012. – С. 72.
7. Гарифзянов, А. Р. Влияние натрий-хлоридного засоления на содержание компонентов аскорбат-глутатионового цикла в органах тритикале / А. Р. Гарифзянов, Н. Н. Жуков // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2012. – № 3. – С. 165–176.
8. Землянухин, А. А. Большой практикум по физиологии и биохимии растений / А. А. Землянухин, Л. А. Землянухин. – Воронеж : ВГУ, 1996. – 188 с.
9. Матюшин, Б. Н. Определение супероксиддисмутазной активности в материале пункционной биопсии печени при её хроническом поражении / Б. Н. Матюшин, А. С. Логинов, В. Д. Ткачев // Лабораторное дело. – 1991. – № 7. – С. 16-19.

References

1. Water potential of the apoplast in the substomatal cavity of *Suaeda altissima* (L.) Pall. leaves under salt stress / Voronin P. Yu. et al. // Russian Journal of Plant Physiology. – 2021. – V. 68. – No. 3. – P. 308–314.
2. Garifzyanov, A. R. Formation and physiological responses of reactive oxygen species in plant cells / A. R. Garifzyanov, N. N. Zhukov, V. V. Ivanishchev // Modern Problems of Science and Education. – 2011. – No. 2. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=4600>.
3. Khozeyeva, E. V. Oxidative stress in plants: chemistry, physiology, and defense mechanisms / E. V. Khozeyeva, Yu. A. Zimina, G. A. Sroslova // Natural Systems and Resources. – 2020. – V. 10. – No. 4. – P. 30–43.
4. Zharina, I. A. The effect of temperature stress on the activity of antioxidant defense enzymes in plants / I. A. Zharina // Results of scientific research of scientists from A. A. Kuleshov Moscow State University, 2019: Proceedings of the scientific and methodological conference, January 29 - February 10, 2020 / edited by N. V. Makovskaya, E. K. Sychova. – Mogilev: A. A. Kuleshov Moscow State University, 2020. – P. 85–87.
5. Ivanishchev, V. V. On the mechanisms of plant salt tolerance and the specifics of salinity impact / V. V. Ivanishchev // Izvestiya Tula State University. Natural Sciences. – 2019. – No. 4. – P. 76–88.
6. Methods for assessing the antioxidant status of plants : educational and methodological guide / G. G. Borisova et al. – Yekaterinburg : Ural University Press, 2012. – 72 p.
7. Garifzyanov, A. R. The effect of sodium chloride salinity on the content of components of the ascorbate-glutathione cycle in triticale organs / A. R. Garifzyanov, N. N. Zhukov // Izvestiya Tula State University. Natural Sciences. – 2012. – No. 3. – P. 165–176.
8. Zemlyanukhin, A. A. Handbook on Plant Physiology and Biochemistry / A. A. Zemlyanukhin, L. A. Zemlyanukhin. – Voronezh : Voronezh State University. – 1996. – 188 p.
9. Matyushin, B. N. Determination of the superoxide dismutase activity in puncture biopsy specimens of the liver in chronic liver diseases / B. N. Matyushin, A. S. Loginov, V. D. Tkachev // Laboratory Medicine. – 1991. – No. 7. – P. 16–19.

РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЕСОСТЕПНЫХ ЭКОТИПОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ МЕЩЁРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Мельник П.Г., к. с.-х. н., доцент каф. «Лесоводство, экология и защита леса» ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», Россия, г. Мытищи

Артамонова А.Н., студент каф. «Лесоводство, экология и защита леса» ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», Россия, г. Мытищи

Челноков Т.Н., студент каф. «Лесоводство, экология и защита леса» ФГАОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», Россия, г. Мытищи

Аннотация. Приведены результаты выращивания лесостепных экотипов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Авсюнинском лесничестве Орехово-Зуевского филиала ГАУ МО «Мособллес», расположенном на территории Мещёрской низменности в восточной части Московской области. Согласно полученным данным, установлено, что по высоте лидируют лесостепные экотипы мордовский (28,7 м), орловский (26,2 м) и курский (25,5 м), растущие, как и местная сосна по 1б классу бонитета. Определен показатель среднего диаметра, наилучший результат зафиксирован у курского, московского и мордовского (23,2...26,4 см) экотипов. Показано, что высоким запасом стволовой древесины характеризуются экотипы из Курской (616 м³/га) и Орловской (594 м³/га) областей, а также Республики Мордовия (584 м³/га), превышающие по этому показателю контроль (Московская область – 473 м³/га – 100 %) на 123...130 %. Для лидирующих по запасу стволовой древесины провениенций зафиксирован также и высокий средний прирост по запасу 10,1...10,6 м³ на участке за год. Средние объёмы стволов сосны на объекте географических культур варьируют от 0,479 (орловский экотип) до 0,748 м³

(мордовский экотип). Определены перспективные лесостепные экотипы из Курской, Орловской областей, а также Республики Мордовия.

Ключевые слова: географические лесные культуры, сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris*, экотип, лесоводственный эффект, Мещерская низменность

GROWTH AND PRODUCTIVITY OF FOREST-STEPPE ECOTYPES OF SCOTS PINE IN THE CONDITIONS OF THE MESCHERSK LOWLAND

Mel'nik P.G., Cand. Sci. (Agricultural), Associate Professor of the BMSTU (Mytishchi branch), Russia, Mytishchi

Artamonova A.N., student of the BMSTU (Mytishchi branch), Russia, Mytishchi

Chelnokov T.N., student of the BMSTU (Mytishchi branch), Russia, Mytishchi

Abstract. The results of leaching of forest-steppe ecotypes of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the Avsyuninsky forestry of the Orekhovo-Zuyevsky branch of the Mosobles State Autonomous Institution in the Moscow Region, located on the territory of the Meshcherskaya lowland in the eastern part of the Moscow region, are presented. According to the data obtained, it was found that the forest-steppe ecotypes of Mordovia (28.7 m), Orlovsky (26.2 m) and Kursky (25.5 m) are the leaders in height, growing like the local pine according to the Ib class of boniteness. The average diameter index was determined, and the best result was recorded for the Kursk, Moscow, and Mordovian (23.2...26.4 cm) ecotypes. It is shown that ecotypes from the Kursk (616 m³/ha) and Orel (594 m³/ha) regions, as well as the Republic of Mordovia (584 m³/ha) regions, are characterized by a high stock of stem wood, exceeding the control (Moscow region — 473 m³/ha — 100%) by 123...130%. For the leading provinces in terms of the stock of stem wood, a high average increase in the stock of 10.1...10.6 m³ per site per year was also recorded. The average volumes of pine trunks at the site of geographical crops vary from 0.479 m³ (Orel ecotype) to 0.748 m³ (Mordovian ecotype). Promising forest-steppe ecotypes from the Kursk, Oryol regions, as well as the Republic of Mordovia have been identified.

Keywords: geographical forest plantations, Scots pine, *Pinus sylvestris*, ecotype, silvicultural effect, Meshchera Lowland

Введение. Особенности уровней биоразнообразия лесных видов при лесовосстановлении и лесоразведении познаются через создание специальных опытов – географических культур [9]. Первые опыты с географическими культурами сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*), были заложены в 1877 году профессором М.К. Турским в Лесной опытной даче Петровской земледельческой и лесной академии [7].

Особенностью ареала сосны обыкновенной является его обширность, где закономерно наблюдается дифференциация популяций вида по наследственным свойствам в географическом градиенте и возможен поиск высокопродуктивных популяций, причём весьма удалённых от места их апробации [3, 6, 9]. Поэтому биоразнообразие сосны является основой селекционных исследований, а географические культуры служат важным компонентом в селекции данной породы [3, 4, 9, 10].

Цель исследования – изучить особенности роста, продуктивности и сохранности лесостепных экотипов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Мещёрской низменности в завершающей стадии фазы формирования стволов.

Материалы и методы исследования. Географические культуры сосны обыкновенной заложены весной 1966 года в Авсюнинском лесничестве Куровского мехлесхоза Московского управления лесного хозяйства на площади 10,49 га. Тип условий местопроизрастания – простая свежая суборь (В₂). Метод создания – посадка в специально нарезанные борозды, схема размещения растений – 1,5×1,0 м. Всего высажено 52 климатипа (79 экотипов), охватывающих практически весь ареал рода *Pinus* от Прибалтики до Дальнего Востока России. В основу методологии изучения географических лесных культур сосны обыкновенной был положен как статический, так и статико-динамический методы исследования по Н.П. Кобранову [1] и М.Д. Мерзленко [4].

Результаты исследования и их обсуждение. В 47-летнем возрасте отдельные лесостепные экотипы сосны были в числе лучших и характеризовались ростом по Іб классу бонитета [2]. Из 79 обследованных в

2013 г. экотипов, в 2024 г. повторно изучены 3 высокопродуктивные провениенции сосны происхождением из лесостепной зоны России. На момент исследований возраст лесных культур составил 58 лет, биологический – 60 лет. В этом возрасте, географические культуры по своему развитию находились в завершающей стадии фазы формирования стволов, начало которой характеризуется завершением отпада (особенно сильного в перегущенных насаждениях) и дальнейшим интенсивным накоплением запаса. В этот период по всей образующей ствола идёт активная работа камбия [5].

В результате обработки полевого материала были получены таксационные характеристики лесостепных экотипов, позволяющие оценить потенциальную продуктивность сосны в Центральном (№17) лесосеменном районе, Московском (176) лесосеменном подрайоне России в завершающей стадии фазы формирования стволов (таблица 1).

Таблица 1 – Таксационная характеристика 58-летних лесостепных экотипов сосны обыкновенной в географических посадках Авсюнинского лесничества

№ экотипа	Географическое происхождение семенного материала	H_{cp} , м	$D_{1.3}$, см	N , шт./га	M , м ³ /га	Z_m , м ³	$V_{ств}$, м ³
15	Мордовия, Темниковский	28,7	26,4	780	584	10,1	0,748
16	Московская, Куровской (контр.)	27,3	23,6	833	473	8,2	0,568
29	Орловская, Знаменский	26,2	22,0	1239	594	10,2	0,479
78	Курская, Хомутовский	25,5	23,2	1174	616	10,6	0,525

Наибольший диаметр в 58-летнем возрасте имеют экотипы сосны из Мордовии и Московской области, 26,4 и 23,6 см соответственно, наименьший у орловского экотипа – 22,0 см. Средние высоты плавно изменяются от наибольшей 28,7 м у сосны из Темниковского лесхоза Республики Мордовия, до наименьшей – 25,5 м (сосна из Курской области). Лидером по запасу является курский экотип – 616 м³/га, высокую продуктивность показала сосна из Орловской области 594 м³/га, на третьей позиции сосна из Темниковского лесхоза Республики Мордовия с запасом 584 м³/га. Самую низкую продуктивность имеет сосна из Подмосковья – 473 м³/га.

Средние объёмы стволов сосны на объекте географических культур варьируют от 0,479 (орловский экотип) до 0,748 м³ (мордовский экотип),

промежуточное положение занимают курский и подмосковный экотипы. При одинаковой изначальной густоте посадки (6,7 тыс. шт./га), через 58 лет количество деревьев в разных экотипах довольно сильно варьирует. Явным лидером является сосна из Знаменского лесхоза Орловской области – 1239 шт./га, самой низкой сохранностью характеризуются провениенции из Московской области (833 шт./га) и Мордовии (780 шт./га).

Необходимо отметить, что по данным объекта географических культур сосны III класса возраста на полигоне «Ступинское поле» Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова, Курский и Орловский экотипы, также показали высокий рейтинг перспективности для искусственного лесовосстановления в лесостепной зоне европейской части России [6].

Комплексная оценка состояния и исследование различий в степени поражения грибными болезнями разных климатипов сосны, выполненная на объекте географических культур в Авсюнинском лесничестве, показала, что лесостепные экотипы сосны характеризуется более успешным состоянием по сравнению с контрольной группой из Центральной области [8], что подтверждает их перспективность в условиях Мещёрской низменности.

Выводы

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Лесостепные экотипы сосны обыкновенной, выращенные в условиях Мещёрской низменности, способны формировать насаждения, не уступающие по лесоводственному эффекту древостоям из местного семенного материала.
2. В 58-летнем возрасте лесостепные экотипы сосны из Мордовии, Орловской и Курской областей, в географических культурах Подмосковья, характеризуются ростом по Iб классу бонитета и превосходит по запасу стволовой древесины подмосковную провениенцию.

Список литературы

1. Кобранов, Н. П. Обследование и исследование лесных культур / Н. П. Кобранов // Труды по лесному опытному делу. Вып. VIII. – Л., 1930. – С. 1–102.
2. Мельник, П. Г. Рост, продуктивность и сохранность климатипов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Мещёрской низменности /

П. Г. Мельник // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. – Т. 28. – № 5. – С. 68–82. – DOI: // [https://doi.org/ 10.18698/2542-1468-2024-5-68-82](https://doi.org/10.18698/2542-1468-2024-5-68-82).

3. Географическая изменчивость продуктивности и физико-механических свойств древесины сосны обыкновенной / П. Г. Мельник, С. В. Савосько, Я. Н. Станко, И. А. Дюжина, О. В. Степанова // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2007. – № 6 (55). – С. 33-38.

4. Результаты изучения географических посадок сосны и лиственницы в Серебряноборском опытном лесничестве / М. Д. Мерзленко, П. Г. Мельник, Ю. Б. Глазунов, А. А. Коженкова, Е. А. Перевалова // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. – Т. 24. – № 6. – С. 34–43. – DOI: // [https://doi.org/ 10.18698/2542-1468-2020-6-34-43](https://doi.org/10.18698/2542-1468-2020-6-34-43).

5. Мерзленко, М. Д. Введение в экологию хвойных лесных культур / М. Д. Мерзленко, Н. А. Бабич, О. И. Гаврилова. – Архангельск : САФУ, 2018. – 379 с.

6. Михайлова, М. И. Состояние, рост и продуктивность экотипов сосны обыкновенной в географических лесных культурах Воронежской области : 06.03.01 «Лесные культуры, селекция, семеноводство» : дис. ... канд. с.-х. наук : защищена 22.06.2022 / Михайлова Мария Игоревна ; ВГЛТУ. – Воронеж, 2022. – 219 с.

7. Нестеров, Н. С. Лесная опытная дача в Петровском-Разумовском под Москвой / Н. С. Нестеров. – М.-Л. : Государственное издательство колхозной и совхозной литературы, 1935. – 560 с.

8. Шишкина, А. А. Состояние географических культур сосны обыкновенной при грибных болезнях / А. А. Шишкина, Н. Н. Карпун // Сибирский лесной журнал. – 2024. – № 5. – С. 112–122. – DOI: // [https://doi.org/ 10.15372/SJFS20240512](https://doi.org/10.15372/SJFS20240512).

9. Шутяев, А. М. Изменчивость хвойных видов в испытательных культурах Центрального Черноземья / А. М. Шутяев. – М. : НИИЛГиС, 2007. – 296 с.

10. Nakvasina E. N., Prozherina N. A. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) reaction to climate change in the provenance tests in the north of the Russian plain // Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry, 2021, v. 63 (2), pp. 138–149. DOI: // [https://doi.org/ 10.2478/ffp-2021-0015](https://doi.org/10.2478/ffp-2021-0015).

References

1. Kobranov, N. P. Survey and research of forest crops / N. P. Kobranov. Proceedings on experimental forestry. Iss. VIII. – Leningrad: 1930. – P. 1–102.
2. Mel'nik, P. G. Growth, productivity and preservation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) climatotypes in Meshchera lowland conditions / P. G. Mel'nik // Lesnoy vestnik = Forestry Bulletin, 2024. – Vol. 28. – No. 5. – P. 68–82. DOI: // [https://doi.org/ 10.18698/2542-1468-2024-5-68-82](https://doi.org/10.18698/2542-1468-2024-5-68-82)
3. Geographical Variability in Productivity and Physical-Mechanical Properties of Scots Pine Wood / P. G. Mel'nik, S. V. Savosko, Ya. N. Stanko, I. A. Dyuzhina, O. V. Stepanova // Lesnoy vestnik = Forestry Bulletin, 2007. – No. 6. – P. 33–38.
4. Study results of pine and larch provenance trial in Serebryanoborsky experimental forest district / M. D. Merzlenko, P. G. Mel'nik, Yu. B. Glazunov, A. A. Kozhenkova, E. A. Perevalova // Lesnoy vestnik = Forestry Bulletin, 2020. – Vol. 24. – No. 6. – P. 34–43. DOI: // [https://doi.org/ 10.18698/2542-1468-2020-6-34-43](https://doi.org/10.18698/2542-1468-2020-6-34-43)
5. Merzlenko, M. D. Introduction to the Ecology of Coniferous Forest Crops / M. D. Merzlenko, N. A. Babich, O. I. Gavrilova. – Arkhangel'sk : NArFU, 2018. – 379 p.
6. Mikhailova, M. I. Status, growth and productivity of Scots pine ecotypes in geographical forest cultures of the Voronezh region : 06.03.01 "Forest crops, selection, seed production" : dis. ... candidate of agricultural sciences : defended on 06.22.2022 / Mikhailova Maria Igorevna ; VSUFT. – Voronezh, 2022. – 219 p.
7. Nesterov, N. S. Forest experimental dacha in Petrovsky-Razumovsky near Moscow / N. S. Nesterov. – M.-L. : State Publishing House of Collective Farm and State Farm Literature, 1935. – 560 p.
8. Shishkina, A. A. Condition and fungal diseases of Scots pine provenance trials / A. A. Shishkina, N. N. Karpun // Sibirskij Lesnoj Zhurnal (Sib. J. For. Sci.). 2024. – N. 5. – P. 112–122. DOI: // [https://doi.org/ 10.15372/SJFS20240512](https://doi.org/10.15372/SJFS20240512)
9. Shutyaev, A. M. Variability of conifer species in test cultures of the Central Chernozem region / A. M. Shutyaev. – M.: NIILGiS, 2007. – 296 p.
10. Nakvasina E. N., Prozherina N. A. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) reaction to climate change in the provenance tests in the north of the Russian plain // Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry, 2021, v. 63 (2), pp. 138–149. DOI: // [https://doi.org/ 10.2478/ffp-2021-0015](https://doi.org/10.2478/ffp-2021-0015).

ОЦЕНКА ВРЕДНОСТИ ЛИЧИНОК ЖУКОВ РОДА *MORDELLISTENA* SP. В УСЛОВИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Размашкин Д. О., аспирант каф. земледелия и защиты растений
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет
им. императора Петра I», Россия, Воронеж

Воблова О. А., менеджер по развитию, ООО СИНГЕНТА, Россия,
г. Краснодар

Олейникова Е. М., д.б.н., профессор каф. земледелия и защиты растений
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет
им. императора Петра I», Россия, Воронеж

Аннотация. Рассмотрены вопросы распространения личинок жуков-горбатов: подсолнечниковой южной шипоноски (*Mordellistena parvulliformis* Stshegol-Bar.) и подсолнечниковой шипоноски (*Mordellistena parvula* Gyll.). Констатируется, что главными причинами ухудшения фитосанитарной обстановки являются изменение технологии и сортового состава, а также расширение посевных площадей подсолнечника в 1991-2010 гг. Целью исследования явилась оценка вредности личинок жуков рода *Mordellistena* в Воронежской области. Исследования проводились в 2021-2025 гг. в лесостепной зоне, на севере области.

В результате установлена отрицательная корреляция между количеством личинок жуков рода *Mordellistena* и урожайностью, получено уравнение регрессии, определяющее зависимость падения урожайности маслосемян подсолнечника от увеличения количества личинок шипоноски в стеблях культуры. Расчётные данные показывают, что 5% снижение урожайности наблюдается при численности 0,73 личинки на стебель подсолнечника.

Ключевые слова: *Mordellistena parvula*, вредители подсолнечника, шипоноска, экономический порог вредности, урожайность.

ESTIMATION OF THE HARMFULNESS BEETLE LARVAE GENUS MORDELLISTENA SP. IN THE VORONEZH REGION

Razmashkin D. O., postgraduate student, Department of Agriculture and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

Voblova O. A., Development Manager, Syngenta LLC, Krasnodar, Russia

Oleynikova E. M., Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Agriculture and Plant Protection, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

Abstract. The distribution of the larvae of the beetles *Mordellistena parvulliformis* Stshegol-Bar. and *Mordellistena parvula* Gyll. is examined. It is concluded that the main reasons for the deteriorating phytosanitary situation are changes in technology and variety composition, as well as the expansion of sunflower cultivation areas between 1991 and 2010. One of the objectives of the study was to assess the harmfulness of *Mordellistena* beetle larvae in the Voronezh Region. The research was conducted from 2021 to 2025 in the forest-steppe zone in the north of the region.

As a result, a negative correlation was found between the number of *Mordellistena* beetle larvae and yield. A regression equation was obtained that determines the dependence of the decrease in sunflower oilseed yield on the increase in the number of *Mordellistena* beetle larvae in the crop stems. Estimates show that a 5% yield reduction is observed at a population density of 0.73 larvae per sunflower stem.

Keywords: *Mordellistena parvula*, sunflower pests, economic damage threshold, yield.

Введение. На подсолнечнике, во всех странах его возделывающих, перечень вредителей весьма широкий [12, 13]. Личинки жуков-горбатов: подсолнечниковая южная шипоноска (*Mordellistena parvulliformis* Stshegol-Bar.) и подсолнечниковая шипоноска (*Mordellistena parvula* Gyll.) описаны в качестве внутрестебельных вредителей подсолнечника для территории Советского Союза еще в начале XX века [8, 9]. В 1995 году появилось сообщение о новом вредителе подсолнечника – *Mordellistena parvula* Gyll. в Румынии [14]. В

начале 2000-х годов появились публикации о высокой вредоносности личинок жуков-горбатов на подсолнечнике на территории Украины [6, 11], в том числе и в районах, граничащих с регионами Центрально-Черноземной зоны. Поднимались вопросы о причинах повышения численности этого вредителя, в том числе и изменение технологии и сортового состава подсолнечника. Основными причинами ухудшения фитосанитарной обстановки называлось расширение посевных площадей подсолнечника в течение 1991-2010 [5]. Во многих публикациях [3, 6, 10] говорится о высокой вредоносности личинок жуков-горбатов на подсолнечнике, приводящих к снижению продуктивности растений и усложнению уборки растений из-за множества поломанных растений. Авторы констатируют факт, что экономические пороги вредоносности шипоносок не разработаны [6]. В справочнике «Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур» [1] данные вредители не обозначены. Лишь в единичных статьях [5] удалось обнаружить исследования, посвященные анализу экономического порога вредоносности (ЭПВ) шипоносок на подсолнечнике. Авторы изучали вредоносность внутрискосовых вредителей подсолнечника в Луганской области и пришли к выводу, что важнее оценивать влияние комплекса вредителей: подсолнечникового усача и подсолнечниковой шипоноски. Отдельно для шипоноски был установлен экономический порог вредоносности 1,4 личинки на стебель подсолнечника. В трудах ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В. С. Пустовойта» для степной зоны Воронежской области подсолнечниковый усач и шипоноска обозначены как «редко встречающийся вредитель» [5]. Однако личинки шипоноски обнаруживаются повсеместно. Встает вопрос об изучении вредоносности данного насекомого для условий Воронежской области.

Целью исследования явилась оценка вредоносности личинок жуков рода *Mordellistena* в Воронежской области.

Материал и методы исследования. Исследования проводились в 2021-2025 годах на базе опытного поля ООО «Сингента» в селе Лопатки, Рамонского района, Воронежской области. Для исследований был выбран гибрид масличного подсолнечника СИ РОЗЕТА КЛП. Почва участка легкосуглинистая, среднекислая (рН4,3), с низким содержанием азота (азот нитратов 2,3 мг/кг, аммоний обменный –7,5 мг/кг), средним содержанием подвижного фосфора (92,7 мг/кг) и высоким содержанием подвижного калия (177,6 мг/кг),

содержание органического вещества среднее (4,3 %). Весенняя предпосевная подготовка почвы направлена на сохранение накопленной влаги и создание выровненного посевного ложа. Первым весенним мероприятием является боронование или культивация на глубину 8-10 см для закрытия влаги. Предпосевная культивация проводится на глубину заделки семян (6-8 см) непосредственно перед посевом. Важно обеспечить выровненность поверхности поля и оптимальную плотность почвы, что создаст благоприятные условия для равномерных всходов подсолнечника. После уборки подсолнечника проводилось измельчение стеблей культуры с использованием специализированных дисковых мульчировщиков. Данная операция обеспечила эффективное измельчение растительных остатков и их равномерное распределение по поверхности поля. Качественное выполнение данной технологической операции создало благоприятные условия для последующей заделки органической массы в почву. Второй этап включал проведение основной обработки почвы – вспашки на глубину 25-27 см с использованием оборотного плуга. Своевременное проведение вспашки непосредственно после измельчения растительных остатков способствовало их заделке на оптимальную глубину, что ускорило процессы минерализации органического вещества. Таким образом, комплексный подход к обработке почвы после уборки подсолнечника, включающий измельчение пожнивных остатков с последующей вспашкой, обеспечивает оптимальные условия для возделывания последующих культур в севообороте, а также уничтожает зимующий запас личинок шипоноски, в результате сохраняется исключительно естественный фон вредителя.

Личинки шипоноски являются скрытноживущими, поэтому создать классический ряд значений заселенности не представляется возможным. Для получения разной численности личинок шипоноски ежегодно массив подсолнечника разбивался на делянки размером 54 квадратных метра. В опыте было девять вариантов в четырехкратной повторности. В каждой повторности оставлялась контрольная делянка, которая не обрабатывалась инсектицидом, для получения максимально возможного заселения стеблей подсолнечника вредителем. Остальные восемь вариантов обрабатывались инсектицидом амплиго, 250 мкс, зарегистрированным на подсолнечнике для двукратного применения, по схеме, приведенной в таблице 1.

В России препаратов, зарегистрированных именно для контроля подсолнечниковой шипоноски нет, поэтому был выбран амплиго, содержащий

в своем составе лямбда-цигалотрин. Из исследований Федоренко и др. [4] известно, что однократное применение каратэ зеон, 50 мкс в дозировке 0,3 л/га достоверно снижал численность личинок шипоноски в стеблях подсолнечника, но эффективность его была ниже энжио, 247 SC в любой из исследованных дозировок. Поэтому амплиго, 250 мкс подходил для получения ряда значений заселенности стеблей подсолнечника личинками шипоноски. Для исключения влияния болезней на урожайность проводили двукратную обработку фунгицидом амистар голд, СК в дозировке 1 л/га.

Таблица 1 – Схема обработки опытных делянок

Вариант	Количество обработок	Время применения
1	-	Контроль без обработки
2	1	При появлении вредителя
3	1	Через неделю после первого появления вредителя
4	1	Через две недели после первого появления вредителя
5	1	Через три недели после первого появления вредителя
6	2	При появлении вредителя и через 2 недели после первой
7	2	Через неделю после первого появления вредителя, повторная – через две недели после первой
8	2	Через неделю после первого появления вредителя, повторная – через три недели после первой
9	2	Через две недели после первого появления вредителя, повторная – через неделю после первой

В середине сентября, непосредственно перед уборкой, проводился учет численности личинок шипоноски. Для этого на каждой делянке вскрывалось 20 стеблей (взятых по 5 штук в четырех местах делянки) и подсчитывалось количество живых личинок. Для учета урожайности проводилась комбайновая поделяночная уборка комбайном WINTERSTEIGER Quantum Pro. Измерялась влажность семян с каждой делянки и производился пересчет урожая на гектар с учетом густоты посева – 56 000 растений на гектар. Таким образом, соответственно количеству вариантов (9 вариантов в течение 5 лет – 45 пар чисел), ежегодно получали два ряда чисел, каждое из которых является средним из четырех повторений. Несмотря на то, что ежегодно высевался один и тот же гибрид по одному и тому же предшественнику в границах опытного поля, урожайность по годам сильно варьировала. Поэтому для расчетов корреляции и регрессии урожайность по вариантам была пересчитана в проценты. За 100 % принимался один из вариантов с минимальным количеством личинок на стебель. Урожайность в этом варианте не всегда была

самой высокой. Затем рассчитывали линейный коэффициент корреляции между этими двумя рядами чисел и определяли критерий существенности тесноты связи между количеством личинок в стебле и снижением урожайности.

Результаты исследования и их обсуждение. В первые три года исследований не удавалось в контроле получить 100 % заселение стеблей личинками и численность шипоноски была ниже 1 особи на стебель (табл. 2)

Таблица 2 – Количество личинок шипоноски на стебель в варианте без применения инсектицидов в годы исследования

Год	2021	2022	2023	2024	2025
Кол-во личинок/стебель	0,33	0,55	0,57	2,28	1,49

Проводя расчет линейного коэффициента корреляции для всего массива данных получаем значение -0,29 и ошибку корреляции 0,14, что показывает достоверное влияние шипоноски на снижение урожайности. Если же производить расчет коэффициента корреляции за 2024-2025 годы, когда численность личинок шипоноски превышала 1 особь на стебель, мы получаем гораздо более тесную связь: -0,64 при ошибке 0,18. Соответственно, связь между количеством личинок в стебле и урожайностью существует.

Для установления количественной связи между числом личинок в стебле и снижении урожайности необходимо рассчитать коэффициент регрессии выше указанных признаков.

В качестве независимой переменной (X) использовали количество личинок шипоноски на один стебель. Зависимой переменной (Y) служил показатель относительной урожайности, выраженный в процентах от урожайности, полученной с делянок, на которых было минимальное заселение личинками. В результате проведенных исследований определено уравнение 1 по которому можно рассчитать относительную урожайность (% от возможной без заселения шипоноской) в зависимости от среднего количества личинок шипоноски на один стебель.

$$Y = 96,7 - 2,33 X, (1)$$

где: · Y - относительная урожайность (%)

· X - количество личинок на стебель

· a - свободный член (урожайность при отсутствии вредителя)

· b - коэффициент регрессии (снижение урожайности при увеличении численности на 1 личинку)

Для построения теоретической линейной регрессии в 2025 году был произведен учет урожайности с растений полностью свободных от личинок шипоноски (выяснялось при вскрытии растения и корзинки откладывались в соответствующую группу), растений с двумя и четырьмя личинками в стебле. Измерялась влажность и производился пересчет в центнеры на гектар (табл. 3).

Таблица 3 – Данные для построения теоретической линии регрессии

Х - конкретное значение количества личинок на стебель, для которого нужно найти Y	Урожайность, ц/га	Расчетная относительная урожайность, % (Y)
0	34,16	96.7
2	32,06	92.0
4	31,33	87.4

График линейной регрессии снижения урожайности при увеличении численности личинок шипоноски внутри стеблей приведен на рис. 1.

Таким образом, в результате исследования определена зависимость падения урожайности маслосемян подсолнечника от увеличения количества личинок шипоноски в стеблях культуры. Если взять для расчета экономического порога вредоносности 5 % потери урожая [6], то получается, что данные потери будут наблюдаться при численности 0,73 личинки на стебель подсолнечника. При численности 1, 4 личинки/стебель, указанной в качестве пороговой [7], относительный урожай (от возможного, получаемого при отсутствии шипоноски) составит 93,4 %.

Заключение

Полученные данные позволяют проанализировать потери от личинок жуков рода *Mordellistena* sp. для условий Воронежской области, а также оценить целесообразность применения конкретного инсектицида в условиях известной ценовой конъюнктуры на маслосемена подсолнечника.

Одной из задач данной работы было установление количественных закономерностей потерь урожая маслосемян от личинок жуков рода *Mordellistena* sp.

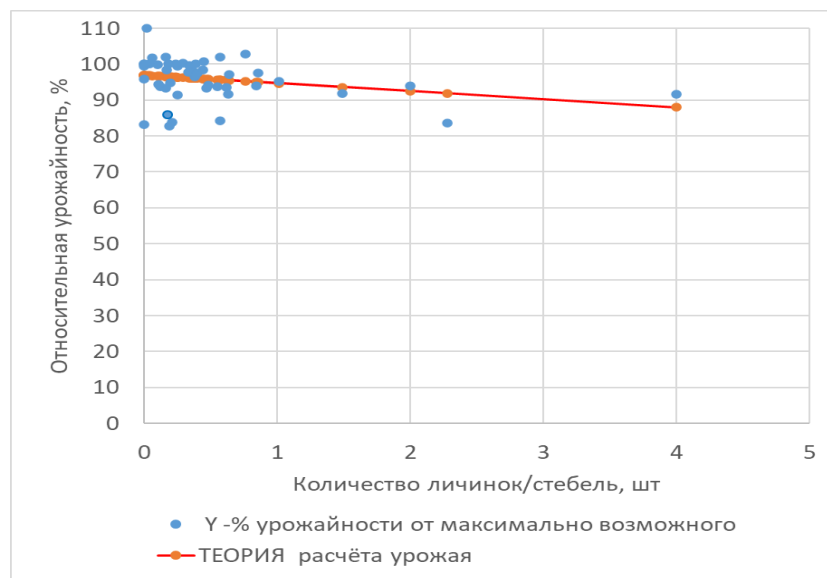


Рис. 1. График линейной регрессии снижения урожайности маслосемян подсолнечника при увеличении численности личинок шипоноски внутри стебля

Из проведенного исследования становится понятно, что в современных условиях данный вредитель оказывает существенное влияние на потери урожая маслосемян. К сожалению, учитывая личинок шипоноски перед уборкой, мы можем только констатировать их количество и оценивать уже понесенные потери. Для точного установления необходимости проведения обработки инсектицидами от данного вредителя необходимо разработать экономический порог вредоносности жуков, заселяющих посевы подсолнечника.

Список литературы

1. Алехин, В. Т. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур / В. Т. Алехин, В. В. Михайликова, Н. Г. Михина. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 76 с.
2. Артохин, К. С. Защита подсолнечника от вредителей, болезней и сорняков / К. С. Артохин, П. К. Игнатова. – М : Колос, 2015. – 32 с.
3. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. Вредные членистоногие, позвоночные. – Том 2. – Киев : Урожай, 1974. – 575 с.
4. Добровольский, Б. В. Вредные жуки / Б. В. Добровольский. – Ростов-на-Дону : Ростовское областное книгоиздательство, 1951. – 456 с.
5. Защита всходов подсолнечника от болезней и почвообитающих вредителей / В. Т. Пивень, Н. В. Мурадасилова, И. И. Шуляк, Т. П. Алифирова, С. А. Семеренко // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2010. – Вып. 1. – С. 14-22.

6. Федоренко, В. В. Южная подсолнечниковая шипоножка в Украине / В. В. Федоренко, Н. П. Секун, Н. Н. Деменюк // Защита и карантин растений. – 2009. – № 8. – С. 38-40.

7. Фокін А. В., Мороз С. Ю. Оцінка шкідливості комплексу внутрішньостеблових шкідників соняшнику // Таврійський науковий вісник. – 2021. – № 118. – С. 189-199. – <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.23>.

8. Щеголев, В. Н. Насекомые, вредящие масличным культурам / В. Н. Щеголев, М. П. Струкова. – М.-Л. : ГИС, 1931. – 224 с.

9. Щеголева-Боровская, Т. И. О трёх новых палеарктических видах из сем. Mordellidae (Coleoptera) / Т. И. Щеголева-Боровская // Ежегодник Зоологического музея АН СССР. – 1927. – Вып. 2. – С. 158-161.

10. Fedorenko V. P., Gornovska S. V. Reasons for the appearance of a new pest – sunflower tumbling beetle (Mordellidae, *Mordellistena parvulliformis*) – in Ukraine // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 4. – Р. 61- 65.

11. Fedorenko V., Hornovska S., Fedorenko A. Distribution and harmfulness of *Mordellistena parvulliformis* in the left bank steppe of Ukraine // Захист і карантин рослин. – 2021. – Вип. 67. с. 337-348

12. Peter A. Edde. Field Crop Arthropod Pests of Economic Importance. Academic Press, 2021. –P. 74-139. ISBN: 9780128186213.

13. Rogers C. E. Insects from native and cultivated sunflowers (*Helianthus*) in southern latitudes of the United States // Journal Agricultural Entomology. 1988. – V. 5, № 4. – P. 267-287.

14. Voicu M., Ivancia V. The beetle *Mordellistena parvula* Gyll. (Coleoptera, Mordellidae), a new sunflower pest in Romania // Rom. Agric. Res. – 1996. – № 5. – P. 83-85.

References

1. Alexin, V. T. E`konomicheskie porogi vredonosnosti vreditel'ej, bolezn'ej i sorny`x rastenij v posevax sel'skoxozyajstvenny`x kul'tur / V. T. Alexin, V. V. Mixajlikova, N. G. Mixina. – М. : FGBNU «Rosinformagrotex», 2016. – 76 p.

2. Artoxin, K. S. Zashhita podsolnechnika ot vreditel'ej, bolezn'ej i sornyakov / K. S. Artoxin, P. K. Ignatova. – М : Kolos, 2015. – 32 p.

3. Vrediteli sel'skoxozyajstvenny`x kul'tur i lesny`x nasazhdenij. Vredny`e chlenistonogie, pozvonochny`e. – Tom 2. – Kiev : Urozhaj, 1974. – 575 p.

4. Dobrovol'skij, B. V. Vredny`e zhuki / B. V. Dobrovol'skij. – Rostov-na-Donu: Rostovskoe oblastnoe knigoizdatel'stvo, 1951. – 456 p.

5. Zashhita vsxodov podsolnechnika ot boleznej i pochvoobitayushhix vreditel'ej / V. T. Piven', N. V. Muradasilova, I. I. Shulyak, T. P. Alifirova, S. A. Semerenko // Nauchno-texnicheskij byulleten' Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichny'x kul'tur. – 2010. – Vy`p. 1. – P. 14-22.
6. Fedorenko, V. V. Yuzhnaya podsolnechnikovaya shiponoska v Ukraine / V. V. Fedorenko, N. P. Sekun, N. N. Demenyuk // Zashhita i karantin rastenij. – 2009. – № 8. – P. 38-40.
7. Fokin A. V., Moroz S. Yu. Oczinka shkidlivosti kompleksu vnutrishn'osteblovix shkidnikov sonyashniku // Tavrijs'kij naukovej visnik. – 2021. – № 118. – P. 189-199. – <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.23>.
8. Shhegolev, V. N. Nasekomy'e, vtedyashhie maslichny'm kul'turam / V. N. Shhegolev, M. P. Strukova. – M.-L. : GIS, 1931. – 224 p.
9. Shhegoleva-Borovskaya, T. I. O tryox novy'x palearkticheskix vidax iz sem. Mordellidae (Coleoptera) / T. I. Shhegoleva-Borovskaya / Ezhegodnik Zoologicheskogo muzeya AN SSSR. – 1927. – Vy`p. 2. – P. 158-161.
10. Fedorenko V. P., Gornovska S. V. Reasons for the appearance of a new pest – sunflower tumbling beetle (Mordellidae, Mordellistena parvulliformis) – in Ukraine // Vesczi nacyyanal'naj akade'mii navuk Belarusi. Sery'ya agrarny'x navuk. – 2014. – № 4. – P. 61- 65.
11. Fedorenko V., Hornovska S., Fedorenko A. Distribution and harmfulness of Mordellistena parvulliformis in the left bank steppe of Ukraine // Zaxist i karantin roslin – 2021. – Vip. 67. s. 337-348
12. Peter A. Edde. Field Crop Arthropod Pests of Economic Importance. Academic Press, 2021. –P. 74-139. ISBN: 9780128186213.
13. Rogers C. E. Insects from native and cultivated sunflowers (Helianthus) in southern latitudes of the Unated States // Jornal Agricultural Entomology. 1988. – V. 5, № 4. – P. 267-287.
14. Voicu M., Ivancia V. The beetle Mordellistena parvula Gyll. (Coleoptera, Mordellidae), a new sunflower pest in Romania // Rom. Agric. Res. – 1996. – № 5. – P. 83-85.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕМЯН ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В РАМКАХ АНАЛИЗА ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ

Рязанцева О.С., аспирант каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Цепляев А.Н., д.с.-х.н., профессор каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Попова В.Т., к.б.н., доц. каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В статье представлены результаты оценки массы 1000 семян древесных некоторых видов интродуцентов по материалам 2025 года с сопоставлением полученных значений с литературными данными для видов и сортов-аналогов. Цель исследования заключалась в косвенной оценке перспективности использования интродуцированных древесных растений для озеленения городов центральной лесостепи. Проанализированы погодные условия 2025 года, включая температурный режим и влагообеспеченность вегетационного периода. Сравнение показало, что у большинства изученных видов масса 1000 семян соответствовала диапазону видовой нормы или была близка к литературным значениям, что свидетельствует о сохранении генеративной функции в новых условиях произрастания. Полученные результаты подтверждают возможность формирования качественного семенного материала интродуцентами даже при контрастных погодных условиях и подчёркивают значимость учёта климатических факторов при оценке успешности интродукции.

Ключевые слова: интродукция, древесные растения, семена, масса семян, перспективность.

ASSESSMENT OF WOODY SPECIES SEED QUALITY AS PART OF THE ANALYSIS OF THEIR INTRODUCTION POTENTIAL

Ryazantseva O.S., Postgraduate Student, Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Tseplyaev A.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Popova V.T., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. The article presents the results of evaluating the thousand-seed weight of several introduced woody species based on 2025 data, with comparison to published values for corresponding species and cultivar analogues. The aim of the study was to provide an indirect assessment of the prospects for using introduced woody plants in urban landscaping of the Central Forest-Steppe region. Weather conditions in 2025 were analyzed, including the temperature regime and moisture availability during the growing season. The comparison showed that for most studied species the thousand-seed weight fell within the species-specific range or was close to literature values, indicating the preservation of generative function under the new growing conditions. The results confirm the ability of introduced woody plants to produce viable seed material even under contrasting weather conditions and highlight the importance of considering climatic factors when assessing the success of plant introduction.

Keywords: introduction, woody plants, seeds, seed mass, prospects.

Введение. Древесные насаждения выполняют главную роль в формировании зеленой инфраструктуры городских территорий. В последнее время всё больше внимания в озеленении городов уделяется использованию декоративных древесных интродуцентов. При этом в практику нередко внедряются виды, адаптивные возможности которых в новых природных условиях изучены недостаточно, что может приводить к их гибели и формировать скептическое отношение к интродукции в целом. В связи с этим особую значимость приобретает научная оценка перспективности новых

декоративных древесных растений. Для лесостепной зоны, в частности, интродукционные работы требуют взвешенного подхода и многолетних испытаний, так как результат определяется способностью растений переносить контрастные и стрессовые факторы среды [6, 11].

Одним из основных признаков успешной акклиматизации интродуцента является его переход к полноценному размножению — образованию цветков, плодов и жизнеспособных семян, способных формировать устойчивые всходы и поддерживать популяцию в новых условиях. Поэтому морфометрические характеристики семян инорайонных видов могут служить косвенным показателем результативности интродукции и уровня их адаптации к среде произрастания [2, 5, 6].

Масса 1000 семян широко применяется как показатель качества семенного материала. Её увеличение обычно связывают с благоприятными условиями опыления и формирования семян, тогда как снижение может свидетельствовать о стрессовом воздействии факторов среды (засуха, температурные экстремумы, интродукционный стресс). Семенные характеристики интродуцентов отражают не только их репродуктивный потенциал, но и перспективность их применения в новой экосистеме [3].

Цель исследования — оценка итогов интродукции древесных растений, высаженных крупномерными саженцами на общественных территориях Воронежской области, на основе первичной характеристики генеративных показателей, отражающей текущее состояние репродуктивной сферы растений в условиях интродукции.

Материал и методы исследования. Исследования выполнены на ряде общественных территорий Воронежской области. Объектами служили древесные интродуценты, предварительно выращенные в питомниках Бельгии и Германии до возраста 8–10 лет и впоследствии перенесённые в более контрастные климатические условия Воронежской области.

Материал подготовлен на основании исследования семенного материала, собранного с августа по октябрь в 2025 г. Масса 1000 семян определена по ГОСТ 13056.4-67 «Семена деревьев и кустарников. Методы определения массы 1000 семян» [7].

Результаты исследования и их обсуждение

В 2025 году погодные условия в Воронежской области характеризовались значительной внутригодовой контрастностью температуры и пониженной влагообеспеченностью в тёплый период. В течение большей части года осадки были ниже климатической нормы. Особенно сухими оказались весенние месяцы (апрель–май) и начало осени (сентябрь — всего 3,6 мм). В летний период (июнь–июль) количество осадков было чуть выше нормы. Октябрь стал самым дождливым месяцем (третьим самым влажным в текущем тысячелетии) с двухкратным превышением многолетней нормы [9].

Таким образом, 2025 год отличался сочетанием тёплых температур и сочетанием дефицита и осадков в начале вегетационного периода, но достаточным влагообеспечением в летние месяцы и в октябре [10].

Нами была проведена оценка массы 1000 семян некоторых видов интродуцентов и сравнение этих показателей с массой 1000 семян аналогов. В данном случае полученные значения следует рассматривать как первичную характеристику генеративных показателей, отражающую текущее состояние репродуктивной сферы растений в условиях интродукции (табл.1).

Таблица 1 – Сравнение массы 1000 семян интродуцентов с их аналогами

Наименование вида	Масса 1000 семян, г	Аналог сорта		
		Масса 1000 семян, г	Наименование вида	Источник данных
Липа европейская (лат. <i>Tilia x europaea</i>) 'Pallida'	57,2	70-100	Липа европейская (лат. <i>Tilia x europaea</i>)	[1]
Яблоня гибридная (лат. <i>Malus hybridus</i>) 'Neville Copeman'	17,5	7,2	Яблоня ягодная (лат. <i>Malus baccata</i>)	[4]
Яблоня ягодная (лат. <i>Malus baccata</i>) 'Street Parade'	16,7	7,2	Яблоня ягодная (лат. <i>Malus baccata</i>)	[4]
Яблоня гибридная (лат. <i>Malus hybridus</i>) 'Royaltii'	16,1	7,2	Яблоня ягодная (лат. <i>Malus baccata</i>)	[4]
Яблоня гибридная (лат. <i>Malus hybridus</i>) 'Red Sentinel'	11,2	7,2	Яблоня ягодная (лат. <i>Malus baccata</i>)	[4]
Рябина шведская (лат. <i>Sorbus intermedia</i>) 'Brouwers'	23,8	11,5	Рябина шведская (лат. <i>Sorbus intermedia</i>)	[13]

Дуб черепитчатый (лат. <i>Quercus imbricaria</i>)	1253,8	1900	Дуб черепитчатый (лат. <i>Quercus imbricaria</i>)	[12]
Черемуха обыкновенная (лат. <i>Prunus padus</i>) ‘Watereri’	43,7	42-68	Черемуха обыкновенная (лат. <i>Prunus padus</i>)	[8]

По итогам сравнительного анализа можно сделать вывод, что у большинства изученных интродуцентов масса 1000 семян находится в пределах или ниже литературных значений для соответствующих видов-аналогов, что указывает в целом на удовлетворительное, но не максимальное качество семенного материала в новых условиях произрастания.

Липа европейская ‘Pallida’ (57,2 г) демонстрирует показатели ниже типичного диапазона для вида (70-100 г), что может свидетельствовать о неполной реализации семенной продуктивности. У яблонь (*Malus*) масса семян (11,2-17,5 г) превышает ориентировочные значения для *M. baccata* (около 7,2 г), что говорит о хорошем формировании семян и возможной сортовой специфике. Рябина шведская ‘Brouwers’ (23,8 г) заметно превосходит справочное значение (11,5 г), что указывает на благоприятные условия семенообразования и специфику сорта. У *Quercus imbricaria* (1253,8 г) масса ниже литературной нормы (1900 г), что может отражать влияние климатического стресса. *Prunus padus* ‘Watereri’ (43,7 г) укладывается в известный диапазон (42–68 г), свидетельствуя о стабильном развитии семян.

Как указывалось выше, 2025 год отличался высокой межгодовой изменчивостью температуры и осадков, неустойчивым увлажнением и периодическими засухами. Такие факторы формируют напряжённый гидротермический режим вегетационного периода и оказывают прямое влияние на процессы цветения, опыления и налива семян. При этом, несмотря на некоторые неблагоприятные факторы погодных условий в исследуемом периоде, анализируемые виды показывают устойчивые показатели.

Выводы

В целом полученные данные показывают, что большинство исследуемых интродуцентов формируют жизнеспособные семена, у большинства изученных интродуцентов масса семян оказалась сопоставимой с литературными данными или находилась в допустимых пределах видовой нормы (*Malus*, *Sorbus intermedia*, *Prunus padus*), что свидетельствует о сохранении репродуктивной

функции в условиях лесостепи. В то же время у отдельных видов (*Tilia europaea*, *Quercus imbricaria*) отмечено некоторое снижение массы семян по сравнению с референсными значениями, что может быть связано с дефицитом влаги и температурными колебаниями в период формирования генеративных органов и в целом отражать влияние региональных климатических факторов и неполную реализацию репродуктивного потенциала в условиях интродукции.

По итогам анализа мы можем говорить, что даже при контрастных погодных условиях интродуценты способны к формированию полноценного семенного материала, однако степень реализации их репродуктивного потенциала варьируется в зависимости от устойчивости вида к гидротермическому стрессу. Это подтверждает необходимость учёта климатических факторов при оценке перспективности древесных интродуцентов в условиях центральной лесостепи, а также необходимость длительных наблюдений при оценке их интродукционной перспективности.

Список литературы

1. Алексеев, В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В. А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 04. – С. 51-57.
2. Андропова, М. М. Семеношение древесных видов североамериканской флоры в условиях антропогенной среды Европейского севера России / М. М. Андропова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2018. – № 2 (51). – С. 88-95.
3. Бородина, Н. А. Семенное размножение интродуцированных древесных растений / Н. А. Бородина, И. А. Комаров, П. И. Лапин. – М. : Наука, 1970. – 319 с.
4. Иванова, Е. В. Качество плодов видов рода *Malus* (L.) Mill. при интродукции в условиях Белгородской области / Е. В. Иванова, В. Н. Сорокопудов, О. А. Сорокопудова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13751> (дата обращения: 01.02.2026).
5. Рязанцева, О. С. Оценка качества семян древесных растений в рамках комплексного анализа результатов интродукции / О. С. Рязанцева, А. Н. Цепляев // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. – 2023. – № 19. – С. 49-51.

6. Худоногова, Е. Г. Изучение качественных признаков семян древесно-кустарниковых интродуцентов (г. Иркутск) / Е. Г. Худоногова // ИВУЗ ПР Естественные науки. – 2021. – № 2 (34). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-kachestvennyh-priznakov-semyan-drevesno-kustarnikovyh-introdutsentov-g-irkutsk> (дата обращения: 01.02.2026).
7. Методы определения массы 1000 семян. – URL: https://rosghosts.ru/file/gost/65/020/gost_13056.4-67.pdf (дата обращения 01.02.2026).
8. Черемуха обыкновенная. – URL: <https://bigenc.ru/c/cheriomukha-obyknovennaia-262b99?utm> (дата обращения 01.02.2026).
9. Природа Воронежской области. Общая характеристика климата Воронежской области. – URL: <https://priroda36.ru/klimat-voronezhskoj-oblasti/obwaja-harakteristika-klimata.html> (дата обращения 01.02.2026).
10. Климат Воронежа: 2025 год – второй самый тёплый в истории. – URL: <https://www.gismeteo.ru/news/weather/klimat-voronezha-2025-god-vtoroj-samyj-tjoplyj-v-istorii/> (дата обращения 01.02.2026).
11. Kornienko V., Pirko I., Meskhi B., Olshevskaya A., Shevchenko V., Odabashyan M., Teplyakova S., Vershinina A., Eroshenko A. Evaluating the Vitality of Introduced Woody Plant Species in the Donetsk–Makeyevka Urban Agglomeration. *Plants* 2025, 14, 3160. – <https://doi.org/10.3390/plants14203160>.
12. Plant Identifier. Shingle oak. – URL: <https://myplantin.com/plant/5455> (дата обращения 01.02.2026).
13. Sorbus intermedia Swedish Mountain Ash, Swedish Whitebeam. – URL: <https://sheffields.com/seeds/Sorbus/intermedia?utm> (дата обращения 01.02.2026).

References

1. Alekseev, V. A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev`ev i drevostoev / V. A. Alekseev // *Lesovedenie*. – 1989. – № 04. – P. 51-57.
2. Andronova, M. M. Semenoshenie drevesny`x vidov severoamerikanskoj flory` v usloviyakh antropogennoj sredy` Evropejskogo severa Rossii / M. M. Andronova // *Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova*. – 2018. – № 2 (51). – P. 88-95.
3. Borodina, N. A. Semennoe razmnozhenie introducirovanny`x drevesny`x rastenij / N. A. Borodina, I. A. Komarov, P. I. Lapin. – М. : Nauka, 1970. – 319 p.

4. Ivanova, E.V. Kachestvo plodov vidov roda *Malus* (L.) Mill. pri introdukcii v usloviyax Belgorodskoj oblasti / E. V. Ivanova, V. N. Sorokopudov, O. A. Sorokopudova // *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. – 2014. – № 4. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=13751> (data obrashheniya: 01.02.2026).
5. Ryazanceva, O. S. Ocenka kachestva semyan drevesnykh rastenij v ramkax kompleksnogo analiza rezul'tatov introdukcii / O. S. Ryazanceva, A. N. Ceplyaev // *Nauchnyye trudy Cheboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Cicina RAN*. – 2023. – № 19. – P. 49-51.
6. Xudonogova, E. G. Izuchenie kachestvennykh priznakov semyan drevesno-kustarnikovykh introducentov (g. Irkutsk) / E. G. Xudonogova // *IVUZ PR Estestvennyye nauki*. 2021. – № 2 (34). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-kachestvennykh-priznakov-semyan-drevesno-kustarnikovykh-introdutsentov-g-irkutsk> (data obrashheniya: 01.02.2026).
7. Methods for determining the mass of 1000 seeds. – URL: https://rosustos.ru/file/gost/65/020/gost_13056.4-67.pdf (data obrashheniya 01.02.2026).
8. Bird cherry common. – URL: <https://bigenc.ru/c/cheriomukha-obyknovennaia-262b99?utm> (data obrashheniya 01.02.2026).
9. Nature of the Voronezh Region. General characteristics of the climate of the Voronezh Region. – URL: <https://priroda36.ru/klimat-voronezhskoj-oblasti/obwaja-harakteristika-klimata.html> (data obrashheniya 01.02.2026).
10. Voronezh's climate: 2025 will be the second warmest year in history. – URL: <https://www.gismeteo.ru/news/weather/klimat-voronezha-2025-god-vtoroj-samyj-tjoplyj-v-istorii/> (data obrashheniya 01.02.2026).
11. Kornienko V., Pirko I., Meskhi B., Olshevskaya A., Shevchenko V., Odabashyan M., Teplyakova S., Vershinina A., Eroshenko A. Evaluating the Vitality of Introduced Woody Plant Species in the Donetsk–Makeyevka Urban Agglomeration. *Plants* 2025, 14, 3160. – <https://doi.org/10.3390/plants14203160>.
12. Plant Identifier. Shingle oak. – URL: <https://myplantin.com/plant/5455> (data obrashheniya 01.02.2026).
13. *Sorbus intermedia* Swedish Mountain Ash, Swedish Whitebeam. – URL: <https://sheffields.com/seeds/Sorbus/intermedia?utm> (data obrashheniya 01.02.2026).

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ В ЛЕСНОМ ФОНДЕ БЕЛАРУСИ

Сидор А.И., к. с.-х. н., доц., ст. науч. сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и сохранения генетических ресурсов леса ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Беларусь, г. Гомель

Каган Д.И., к.б.н., доц., зав. лабораторией селекции, семеноводства и сохранения генетических ресурсов леса ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Беларусь, г. Гомель

Фомин Е.А., мл. науч. сотрудник лаборатории селекции, семеноводства и сохранения генетических ресурсов леса ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Беларусь, г. Гомель

Аннотация. В статье представлены результаты селекционно-генетической инвентаризации интродуцированных древесных видов в лесном фонде Республики Беларусь. Цель работы – выявление и отбор ценных генотипов с формированием ДНК-коллекции. Выявлено, что более половины насаждений имеют искусственное происхождение и приурочены к плодородным типам леса. Проведена паспортизация объектов постоянной лесосеменной базы. С применением СТАВ-метода сформирована ДНК-коллекция из 65 образцов ценных генотипов (бук европейский, лиственница японская, псевдотсуга Мензиса, сосна Веймутова) с высокими показателями чистоты ДНК. Составлен «Реестр генетических ресурсов интродуцированных древесных пород», который станет основой для сохранения генофонда и селекционной работы в лесном хозяйстве республики. Выводы подчеркивают потенциал интродуцентов для селекции и лесовосстановления.

Ключевые слова: интродуценты, генетические ресурсы, селекция, днк-коллекция, лесной фонд

Abstract. The article presents the results of a selection and genetic inventory of introduced tree species in the forest fund of the Republic of Belarus. The aim of the work was to identify and select valuable genotypes and form a DNA collection. It was revealed that more than half of the stands are of artificial origin and confined to fertile forest types. Certification of permanent forest seed base objects was carried out. Using the CTAB method, a DNA collection of 65 samples of valuable genotypes (European beech, Japanese larch, Douglas fir, Eastern white pine) was formed, characterized by high DNA purity indicators. The "Register of Genetic Resources of Introduced Tree Species in the Forest Fund of Belarus" has been compiled, which will serve as a foundation for gene pool conservation and breeding work in the republic's forestry sector. The conclusions emphasize the potential of introduced species for selection and reforestation.

Keywords: introduced species, genetic resources, selection, DNA collection, forest fund.

Введение. В современном лесном хозяйстве интродукция древесных пород играет ключевую роль в повышении продуктивности и биологической устойчивости лесов. В условиях глобального изменения климата и возрастающей антропогенной нагрузки на аборигенные лесообразующие виды, использование интродуцентов становится стратегическим направлением селекционной работы. Многие экзоты демонстрируют более высокие показатели роста, качество древесины и устойчивость к неблагоприятным факторам по сравнению с местными популяциями, что делает их ценным ресурсом для расширения базы исходного материала [1-3].

В составе лесов Беларуси произрастает ряд хозяйственно-ценных интродуцентов, таких как сосна Веймутова (*Pinus strobus*), сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), дугласия Мензиса (*Pseudotsuga menziesii*), бархат амурский (*Phellodendron amurense*) и другие. Однако до настоящего времени комплексная оценка их генетического потенциала и селекционная инвентаризация были проведены недостаточно. Сохранение выявленных ценных генотипов и формирование их ДНК-коллекций является актуальной задачей для сохранения биоразнообразия и развития лесосеменной базы республики.

Цель исследования – Целью данной работы являлась селекционно-генетическая инвентаризация и отбор ценных генотипов интродуцированных древесных пород в лесном фонде Беларуси, а также формирование и паспортизация ДНК-коллекций для сохранения и рационального использования их генетических ресурсов.

Материалы и методы исследования. Объектами исследований послужили лесные насаждения с участием в составе интродуцированных древесных пород на территории всех областей Беларуси. Работа выполнялась в несколько этапов.

На первом этапе проведена предварительная инвентаризация современного состояния насаждений экзотов по данным лесоустройства и путем натурного обследования. Критериями отбора являлись высокая продуктивность и биологическая устойчивость древостоев.

На втором этапе осуществлялась селекционно-генетическая оценка выявленных насаждений. В выборку вошли такие породы, как бархат амурский, бук европейский, кедр сибирский, лиственница японская, псевдотсуга Мензиса, орех маньчжурский и сосна Веймутова. Для молекулярно-генетического анализа был собран экспериментальный материал (хвоя и почки) с деревьев, произрастающих в Брестской, Гродненской и Минской областях.

Формирование ДНК-коллекции проводилось с применением СТАВ-метода, который позволяет выделять высокомолекулярную ДНК, пригодную для длительного хранения и последующего ПЦР-анализа. Качество полученных препаратов оценивалось по концентрации ДНК и показателю чистоты (соотношение A260/A280) [4].

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенный анализ показал, что общая площадь лесных насаждений с участием интродуцированных пород (за исключением доминирующей лиственницы европейской) составляет 659,6 га. Наибольшие площади среди них занимают кедр сибирский (319,7 га; 48,5 % от всех насаждений) и сосна Веймутова (178,3 га; 27,0 %). Однако при анализе структуры этих площадей выявлена важная особенность: из 319 га насаждений с участием кедра сибирского порядка 220 га представляют собой древостой, где данная порода встречается лишь единично и характеризуется слабым ростом и угнетенным состоянием. Насаждения, в которых кедр сибирский выступает в качестве главной породы с долей участия

в составе от 5 единиц и выше, представлены преимущественно лесными культурами первого и второго классов возраста. Даже в этих, казалось бы, перспективных молодняках отмечается невысокая продуктивность, а главной лимитирующей проблемой выступают ранние весенние заморозки, из-за которых у деревьев регулярно обмерзают верхушечные почки, что существенно сдерживает их рост и развитие. Остальные породы представлены значительно меньшими площадями: пихта (56,9 га), орех маньчжурский (47,6 га), лиственница сибирская (20,9 га) и бук европейский (15,6 га). Наименее распространены береза каменная и ель колючая, занимающие всего по 1,1 га (таблица 1).

Таблица 1 – Площадь насаждений с участием интродуцированных пород, га

ГПЛХО	Всего	В том числе											
		Бархат амурский	Береза каменная	Бук	Ель колючая	Кедр сибирский	Лжетсуга	Лиственница сибирская	Орех грецкий	Орех маньчжурский	Пихта	Сосна Банкса	Сосна Веймутова
Брестское	73,3	0,7		2,7		23,4				5,7	7,0		33,8
Витебское	154,7		1,0	1,0		107,1	1,8			1,4	8,9		33,5
Гомельское	78,6			5,4		47,8			0,8	12,9	1,2		10,5
Гродненское	151,3	1,5	0,1	5,8		46,3	1,0	20,3	0,8	9,1	16,5		49,9
Минское	149,1			0,7	0,2	74,2	0,7	0,6		14,3	15,0	5,0	38,4
Могилевское	52,6	0,1			0,9	20,9			6,0	4,2	8,3		12,2
Всего	659,6	2,3	1,1	15,6	1,1	319,7	3,5	20,9	7,6	47,6	56,9	5,0	178,3
%	100,0	0,3	0,2	2,4	0,2	48,5	0,5	3,2	1,2	7,2	8,6	0,8	27,0

Анализ территориального распределения показал неравномерность размещения генетических ресурсов экзотов. Наибольшим разнообразием и покрытием площадей характеризуются Гродненское (151,3 га), Витебское (154,7 га) и Минское (149,1 га) ГПЛХО. В Брестском и Гомельском объединениях площадь насаждений составляет 73,3 и 78,6 га соответственно, при этом породный состав здесь менее разнообразен и представлен в основном кедром сибирским и орехом маньчжурским. Могилевское ГПЛХО располагает наименьшей площадью интродуцентов – 52,6 га.

Изучение структуры насаждений выявило преобладание лесных культур. Из общей площади 659,6 га более половины (353 га) имеют искусственное происхождение, включая сомкнувшиеся (260 га) и несомкнувшиеся (50 га) культуры, а также ландшафтные и подпологовые посадки. Насаждения естественного происхождения занимают 306,3 га, что составляет 46,4 % от обследованной площади.

По типам леса интродуценты тяготеют к богатым условиям произрастания. Основная часть площадей сосредоточена в кисличном типе леса (272,7 га), который характеризуется наиболее плодородными почвами. Значительные площади также отмечены в орляковом (154 га), снытевом (80 га) и черничном (55,9 га) типах леса. Это свидетельствует о высоком потенциале продуктивности данных насаждений при правильном подборе условий местопроизрастания.

Возрастная структура насаждений смещена в сторону молодняков: преобладают культуры первого и второго классов возраста. Однако для таких пород, как кедр сибирский, пихта белая и сосна Веймутова, характерна наиболее полная возрастная структура, включающая древостои вплоть до 6-7 классов возраста, что позволяет проводить полноценную селекционную оценку в онтогенезе.

Анализ долевого участия интродуцентов в составе насаждений показал, что для большинства хвойных пород (кедр, сосна Веймутова) характерно невысокое участие (1-3 единицы состава) либо единичное присутствие. Однако бук европейский и орех маньчжурский в ряде выделов формируют чистые или почти чистые насаждения с долей участия до 10 единиц.

В результате инвентаризации объектов постоянной лесосеменной базы установлено наличие 184 плюсовых деревьев интродуцированных пород, среди которых преобладают сосна Веймутова (66 шт.), лиственница сибирская (52 шт.) и бук европейский (33 шт.). Плюсовые насаждения занимают 4,1 га, а лесосеменные плантации – 39,8 га. Наибольшие площади плантаций созданы для пихты белой (26,5 га) и сосны Веймутова (6,2 га).

В рамках молекулярно-генетических исследований сформирована ДНК-коллекция ценных генотипов в количестве 65 образцов. В неё вошли: бук европейский – 27 шт., лиственница японская – 17 шт., псевдотсуга Мензиса – 12 шт., сосна Веймутова – 9 шт. Оценка качества выделенной ДНК подтвердила

её пригодность для генетической паспортизации. Показатели чистоты (A_{260}/A_{280}) для всех образцов находились в пределах нормы (1,66–1,96), что свидетельствует о незначительной контаминации полисахаридами и белками. Концентрация ДНК варьировала от 0,79 до 0,95 мкг/мг, что достаточно для проведения широкого спектра молекулярно-генетических исследований, включая генотипирование и филогеографический анализ.

Заключение

В лесном фонде Беларуси выявлено 659,6 га насаждений с участием в составе 12 видов интродуцированных древесных пород. Основные площади приходятся на кедр сибирский (319,7 га) и сосну Веймутова (178,3 га). Установлено, что 46,4 % насаждений имеют естественное происхождение, а 53,6 % созданы искусственно. Наиболее ценные по продуктивности древостои сосредоточены в условиях кисличного и орлякового типов леса.

Сформированная постоянная лесосеменная база включает 184 плюсовых дерева, 39,8 га лесосеменных плантаций и 4,1 га плюсовых насаждений, что является основой для сохранения генофонда и селекционного семеноводства интродуцентов.

Впервые с применением СТАВ-метода создана ДНК-коллекция из 65 образцов ценных генотипов бука европейского, лиственницы японской, псевдотсуги Мензиса и сосны Веймутова. Высокое качество выделенной ДНК подтверждено спектрофотометрически. Полученные данные легли в основу «Реестра генетических ресурсов интродуцированных древесных пород в лесном фонде Беларуси», который станет ключевым документом для последующей селекции и сохранения биоразнообразия.

Список литературы

1. Ковалевич, А. И. Стратегия развития лесосеменной базы и сохранения лесных генетических ресурсов Беларуси / А. И. Ковалевич, В. Е. Падутов // Проблемы лесоведения и лесоводства : сборник научных трудов Института леса НАН Беларуси. Выпуск 77. – Гомель : Институт леса НАН Беларуси, 2017. – С. 5-12.

2. Тупик, П. В. Репродукция хвойных интродуцентов в условиях Беларуси : специальность 06.03.01 «Лесные культуры, селекция, семеноводство» : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Тупик Павел Валерьевич. – Учреждение

образования «Белорусский государственный технологический университет». – Минск, 2008. – 21 с.

3. Ребко, С. В. Исследование насаждения с участием пихты белой в урочище «Тисовик» ГПУ НП «Беловежская пуща» / С. В. Ребко, П. В. Тупик, А. И. Горошко // Проблемы лесоведения и лесоводства : сборник научных трудов ; Национальная академия наук Беларуси, Институт леса. – Гомель, 2016. – Вып. 76. – С. 88-95.

4. Падутов, В. Е. Методы молекулярно-генетического анализа / В. Е. Падутов, О. Ю. Баранов, Е. В. Воропаев. – Минск : Юнипол, 2007. – 176 с.

References

1. Kovalevich, A. I. Strategy for the development of the forest seed base and conservation of forest genetic resources in Belarus / A. I. Kovalevich, V. E. Padutov // Problems of Forestry and Silviculture: Collection of scientific papers of the Institute of Forest of the NAS of Belarus. Issue 77. – Gomel : Institute of Forest of the NAS of Belarus, 2017. – pp. 5-12.

2. Tupik, P. V. Reproduction of coniferous introduced species under the conditions of Belarus : specialty 06.03.01 "Forest crops, selection, seed production" : author's abstract. dis. ... candidate of agricultural sciences / Tupik Pavel Valerievich. – Educational Institution "Belarusian State Technological University". – Minsk, 2008. – 21 p.

3. Rebko, S. V. Study of stands with silver fir in the «Tisovik» tract of the State Environmental Institution «National Park Belovezhskaya Pushcha» / S. V. Rebko, P. V. Tupik, A. I. Goroshko // Problems of Forestry and Silviculture: collection of scientific papers ; National Academy of Sciences of Belarus, Institute of Forest. – Gomel, 2016. – Issue 76. – pp. 88-95.

4. Padutov, V. E. Methods of molecular genetic analysis / V. E. Padutov, O. Yu. Baranov, E. V. Voropaev. – Minsk: Yunipol, 2007. – 176 p.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И СОСТОЯНИЕ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В БАЙРАЧНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Туркин А.Ф., аспирант кафедры лесных культур, селекции
и лесомелиорации ФГБОУ ВО “Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова”, Россия, Воронеж

Михин В.И., д. с.-х.н., заведующий кафедрой лесных культур,
селекции и лесомелиорации ФГБОУ ВО “Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова”, Россия, Воронеж

Аннотация. Защитные байрачные насаждения в условиях Центральной лесостепи представлены в породном составе в основном дубом черешчатым, ясенем обыкновенным, клёном остролистным, липой мелколистной. На участках в возрасте 60 лет дуб черешчатый имеет различия в росте и состоянии в зависимости от его произрастания как в нижней части балок, так и их склонов. В нижних частях склонов и собственно по дну балки отмечается его лучший рост по диаметру, высоте, запасу стволовой древесины и состоянию. В долевом участии в составе дуб также имеет большее значение на 1 - 2 единицы. Сопутствующие породы в составе занимают 2 - 5 единиц. Биометрические показатели их роста отстают от главной в 1,13 - 2, 25 раза. Напочвенный покров наиболее выражен в нижней части балок, где также максимальные значения количественных и качественных показателей имеют подрост и подлесок. Более лучшие условия произрастания в нижних частях байрачных участков способствуют формированию более устойчивых насаждений с лучшей категорией состояния.

Ключевые слова: защитные байрачные насаждения, рост, биометрические показатели, категории состояния.

GROWTH CHARACTERISTICS AND STATE OF RUSSIAN OAK IN RAILWAY PLANTS OF THE CENTRAL FOREST-STEPPE

Turkin A.F., postgraduate student, Department of Forest Crops,
Selection, and Forest Reclamation, Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Mikhin V. I., doctor of agricultural sciences, head of the department of
forest crops, selection and forest reclamation, Federal state budgetary educational
institution of higher education Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. Protective ravine plantations in the Central forest-steppe are represented by species primarily consisting of pedunculate oak, common ash, Norway maple, and small-leaved linden. In 60-year-old plots, common oak varies in growth and condition depending on its location both in the lower parts of the gullies and on their slopes. In the lower parts of the slopes and along the gulley floor itself, it exhibits the best growth in terms of diameter, height, stemwood volume, and condition. In terms of share, oak also has a higher value by 1-2 units. Associated species account for 2-5 units in the composition. Their biometric growth indicators lag behind the main species by a factor of 1.13-2.25. The ground cover is most pronounced in the lower parts of the gullies, where the young growth and undergrowth also exhibit the highest quantitative and qualitative indicators. Better growing conditions in the lower parts of the ravine areas contribute to the formation of more stable stands with a better condition category.

Keywords: protective ravine stands, growth, biometric indicators, condition categories.

Введение. В эпоху нарастающего антропогенного воздействия на природные экосистемы, важную роль занимают защитные насаждения [5-7]. Одними из таких и являются байрачные насаждения – комплекс древесно-кустарниковых формирований, расположенных на территории балок и оврагов в степной и лесостепной зонах [1, 9].

Данные фитоценозы играют важную роль в поддержание экологического равновесия природно-климатических условий территорий, так как они

выполняются противоэрозионные функции, регулируют водный режим, движение воздушных масс и является естественными резерватами биоразнообразия.

Актуальность темы обусловлена:

- малым банком данных о состоянии байрачных насаждений на момент исследования;
- возрастающей потребностью в эффективных методах борьбы с эрозией почв;
- необходимостью сохранения как генофонда растений, так и байрачных насаждений, как часть природной экосистемы.

Цель исследований – систематизировать современные знания о байрачных насаждениях, особенности формирования и перспективы использования в природоохранной практике.

Материалы и методы исследования. Объекты исследований представлены защитными байрачными насаждениями, которые в настоящее время расположены в составе участкового Рамонского лесничества Воронежской области. Для изучения роста, биометрических показателей, состояния, мелиоративной роли насаждений использована «Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов» и методические разработки других авторов [3, 4]. Для этого организован мониторинг на четырёх опытных участках, оборудованных метеопунктами. Их размещение было продумано следующим образом: участки № 1, 2, 3, 4 – в дубовых насаждениях на склонах овражно-балочных систем; участки № 5 и № 6 – на открытых луговых пространствах и 500 м (№7) от лесных массивов (в качестве контрольных территорий) [2].

Результаты исследования и их обсуждение. Участок расположен в 14 выделе 42 квартала Рамонского участкового лесничества. Основной породой является дуб черешчатый. Состав данного древостоя в таксационном описании 7ДБН1ЛП1ЯОН1ОС+КЛН. Средняя высота главной породы 20 м, средний диаметр 33 см. Сопутствующие породы представлены деревьями из ясеня обыкновенного, липы мелколистной и осины. Подлесок состоит из клёна татарского и лещины обыкновенной средней густоты [8]. При этом в детальном изучении насаждений в балочных склонах установлены особенности биометрических показателей древесных пород, их состояние, где результаты приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Таксационная характеристика защитных байрачных насаждений

№ ПП	Квар-тал	Вы-дел	Поро-да	Состав	Воз-раст лет	Диа-метр, см	Высо-та, м	Запас м3/га	Средне-взвешенная категория состояния
2	42	14	Дч	5Дч3Лпм2Кло+Яо	60	31,5	18,1	185	3,71
			Кло			21,7	17,5	68	2,04
			Лпм			27,2	17,4	106	2,95
			Яо			26,6	17,1	38	2,5
3	42	14	Дч	8Дч1Кло1Лпм	60	35,5	24,5	261	3,06
			Кло			21,9	19,1	48	3,18
			Яо			15,1	16,2	2	4,21
			Лпм			32,2	21,1	23	2,31
4	42	14	Дч	7Дч3Кло	60	32,8	21,5	242	3,30
			Кло			23,6	19,2	126	3,02

На участке, расположенном в низине балки (пробн. площ. 3) наблюдаются у дуба черешчатого (Дч) (*Quercus robur* L.), наибольшие показатели роста в высоту (24,5 м) и по диаметру (35,5 см) по отношению к значениям, полученным на склонах различной экспозиции. Кроме того, в составе дуб занимает 8 единиц, тогда как клён остролистный (Кло) (*Acer platanoides* L.) и липа мелколистная (Лпм) (*Tilia cordata* Mill.) по единице, где ясень обыкновенный (Яо) (*Fraxinus excelsior* L.) представлен единично. При этом на данном участке отмечается наиболее развитый напочвенный покров и подрост представлен лещиной обыкновенной средней густоты. Подрост представлен единичными экземплярами дуба черешчатого с самосевом клёна остролистного.

На участке теневого склона (пробн. площ. 4) по результатам измерений липа мелколистная практически не представлена в составе (имеют место единичные деревья) и состав древостоя представлен породами, такими как дуб черешчатый и клён остролистный соответственно по 7 и 3 единиц. Показатели роста по диаметру и в высоту у дуба имеют меньше значения на 8,8-13,9% по отношению к значениям, полученным на участках древостоя в нижней части балки. Подрост и подрост менее развит, чем в низине. Напочвенный покров средней густоты. Однако стоит отметить, что встречаются участки практически с полным его отсутствием.

Наименьшие показатели роста (31,5 см и 18,1 м) у дуба черешчатого отмечаются на склонах солнечной экспозиции, где наблюдаются интенсивные эрозионные процессы, вызванные отсутствием напочвенного покрова.

Для сопутствующих пород в исследуемых вариантах так же выявлена закономерность лучшего роста клёна остролистного, липы мелколистной в нижней части балок. При этом данная закономерность имеет место и в показателях категории состояния. Различия в среднем диаметре дуба черешчатого, произрастающего в нижней части склона и на склонах солнечного и теневого расположения древостоя достоверны ($t_d = 6,88 - 9,04 > t_{0,05} = 1,99$).

Заключение. Защитные насаждения байрачного характера, переданные в лесной фонд в условиях Центральной лесостепи, представлены в основном дубом черешчатым, ясенем обыкновенным, клёном остролистным, липой мелколистной. В возрасте 60 лет их рост, состояние в балочных условиях имеют определённые различия с учётом расположения древостоя по элементам рельефа. На склонах балок различных экспозиций биометрические показатели по диаметру, высоте, запасу у дуба черешчатого ниже по отношению к значениям, полученным на нижних частях и донном участке. При этом сопутствующие породы также показывают различия с учётом места произрастания в балке.

Список литературы

1. Губин, А. С. Байрачные дубравы Центрального Черноземья / А. С. Губин, О. Е. Зудилин, В. В. Рязанова // Наука и Образование. – 2024. – Т. 7, № 1. – С. 35 - 41.
2. Гуренко, С. В. Экологические особенности байрачных лесов в условиях Воронежской области / С. В. Гуренко, В. И. Михин // Казанская наука : сборник научных статей. – Казань, 2010. – № 9. – С. 70-72.
3. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов. – М. : ВАСХНИЛ, 1985. – 112 с.
5. Михин, В. И. Лесомелиорация ландшафтов : монография / В. И. Михин. – Воронеж, 2006. – 127 с.
6. Основы инженерной биологии с элементами ландшафтного проектирования : учебное пособие / под. ред. проф. Ю. И. Сухоруких. – Майкоп-Москва : Товарищество науч. изд. КМА, 2006. – 281 с.

7. Проездов, П. Н. Агролесомелиорация : учебное пособие / под ред. проф. П. Н. Проедова ; ФГБОУ ВПО « Саратовский ГАУ». – Саратов, 2008. – 668 с.

8. Таксационное описание Рамонского участкового лесничества Воронежского лесничества Воронежской области. – Воронеж : ФГУП «Лесинформ», 2016. – С. 49-53.

9. Шаталов, В. Г. Лесные мелиорации : учебник / В. Г. Шаталов ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ВГЛТА». – 3-е изд., стер. – Воронеж, 2020. – 220 с.

References

1. Gubin, A. S. Bayrachnye oak groves of the Central Black Earth Region / A. S. Gubin, O. E. Zudilin, V. V. Ryazanova // Science and Education. – 2024. – Vol. 7, No. 1. – P. 35 - 41.

2. Gurenko, S. V. Ecological features of bayrachnye forests in the conditions of the Voronezh region / S. V. Gurenko, V. I. Mikhin // Kazan science: collection of scientific articles. – Kazan, 2010. – No. 9. – P. 70-72.

3. Dospekhov, B. A. Methodology of field experiment (with the basics of statistical processing of research results) / B. A. Dospekhov. – M. : Agropromizdat, 1985. – 351 p.

4. Methodology of systemic studies of forest-agrarian landscapes. – M. : VASKhNIL, 1985. – 112 p.

5. Mikhin, V. I. Forest reclamation of landscapes : monograph / V. I. Mikhin. - Voronezh, 2006. – 127 p.

6. Fundamentals of engineering biology with elements of landscape design : textbook / edited by prof. Yu. I. Sukhorukikh. – Maykop-Moscow: Partnership of scientific publishing house of KMA, 2006. – 281 p.

7. Proezdov, P. N. Agroforestry reclamation: textbook / edited by prof. P. N. Proezdova ; Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Saratov State Agrarian University". – Saratov, 2008. – 668 p.

8. Taxation description of the Ramonsky district forestry of the Voronezh forestry of the Voronezh region. – Voronezh : Federal State Unitary Enterprise "Lesinform", 2016. – P. 49-53.

9. Shatalov, V. G. Forest melioration : textbook / V. G. Shatalov ; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "VGLTA". – 3rd ed., ster. – Voronezh, 2020. – 220 p.

ДИНАМИКА УРОЖАЙНОСТИ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В ИНТРОДУКЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Хамитов Р.С., д.с.-х.н, профессор кафедры землеустройства и лесоводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия, Москва

Хамитова С.М., к.с.-х.н, доцент кафедры ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Россия, Москва

Аннотация. Представлены результаты многолетних наблюдений динамики семеношения сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) в условиях интродукции на территории Вологодской области (на примере Чагринской кедровой рощи). Актуальность работы обусловлена ценностью вида как орехоносной культуры и необходимостью оценки успешности его интродукции за пределы естественного ареала. Целью исследования является анализ динамики семеношения в интродукционном насаждении.

Объект изучения - Чагринская кедровая роща (Грязовецкий муниципальный округ), созданная в 1900-1904 гг. с редкой густотой посадки. Наблюдения проводились с 2013 по 2025 г. На модельных деревьях было определено количество шишек. В результате исследований отмечена стабильная урожайность без отсутствия полностью неурожайных лет. Средняя семенная продуктивность составила 132 ± 12 шишек на одно дерево в год. Выявлена высокая вариабельность урожайности по годам наблюдений. Сделан вывод о перспективности интродукции вида в регионе и эффективности редкой посадки по типу кедросадов для орехоплодного лесоводства.

Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, интродукция, семеношение, урожайность, Чагринская кедровая роща, кедросады.

YIELD DYNAMICS OF SIBERIAN PINE IN INTRODUCTION CROPS IN THE VOLOGDA REGION

Khamitov R.S., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of Land Management and Forestry, Russian State Agrarian University - Moscow
Timiryazev Agricultural Academy, Russia, Moscow

Khamitova S.M., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Landscape Architecture, Russian State Agrarian University - Moscow
Timiryazev Agricultural Academy, Russia, Moscow

Abstract. The article presents the results of long-term observations of seed production dynamics in Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) introduced to the Vologda Region (using the Chagrinsky pine grove as an example). The relevance of this study stems from the species' value as a nut-bearing crop and the need to assess the success of its introduction beyond its native range. The aim of the study is to analyze the dynamics of seed production in an introduced stand.

The study site is the Chagrinskaya cedar grove (Gryazovets Municipal District), established between 1900 and 1904 with a sparse planting density. Observations were conducted from 2013 to 2025. Cone production was measured on model trees. The study revealed stable yields with no completely lean years. The average seed production was 132 ± 12 cones per tree per year. High yield variability was observed across years of observation. It is concluded that introducing the species to the region is promising and that sparse planting, similar to cedar orchards, is effective for nut-bearing forestry.

Keywords: Siberian stone pine, introduction, seed production, productivity, Chagrinskaya cedar grove, cedar orchards.

Введение. Сосна кедровая сибирская интродуцируется за пределы своего ареала ввиду ценного орехоносного значения [2]. Анализ опыта интродукции необходим для совершенствования агротехники создания и выращивания интродукционных культур и оценки успешности самой интродукции. В этой связи особый научный интерес представляют собой насаждения сосны кедровой сибирской вступившие в пору семеношения. Репродуктивная способность сосны кедровой исследуется как в условиях ареала, так и при интродукции, что позволяет делать заключение о перспективности интродукции [1, 3].

Цель исследования – оценка динамики семеношения сосны кедровой сибирской в условиях интродукции в Вологодскую область

Материал и методы исследования. Наиболее оптимальным модельным насаждением в Вологодской области является Чагринская кедровая роща, созданная в 1900-1904 гг. помещиком Н.А. Петровым. Роща расположена в Грязовецком муниципальном округе Вологодской области у д. Чагрино. Площадь насаждения – 3,7 га. Посадка осуществлялась по схеме приблизительно 10 х 10 м. Такая редкая посадка обеспечила оптимальный световой режим для формирования протяжённых и широких крон, раннему и обильному семеношению [4-10].

Результаты исследования и обсуждение. Наблюдение за семеношением сосны кедровой сибирской осуществлялось с 2013, 2014 годах и непрерывно с 2016 по 2025 гг. Шишки подсчитывались в кронах 14 отобранных модельных деревьев. Многолетние наблюдения позволили получить данные о динамике семеношения сосны кедровой сибирской в интродукционном насаждении (рис. 1).

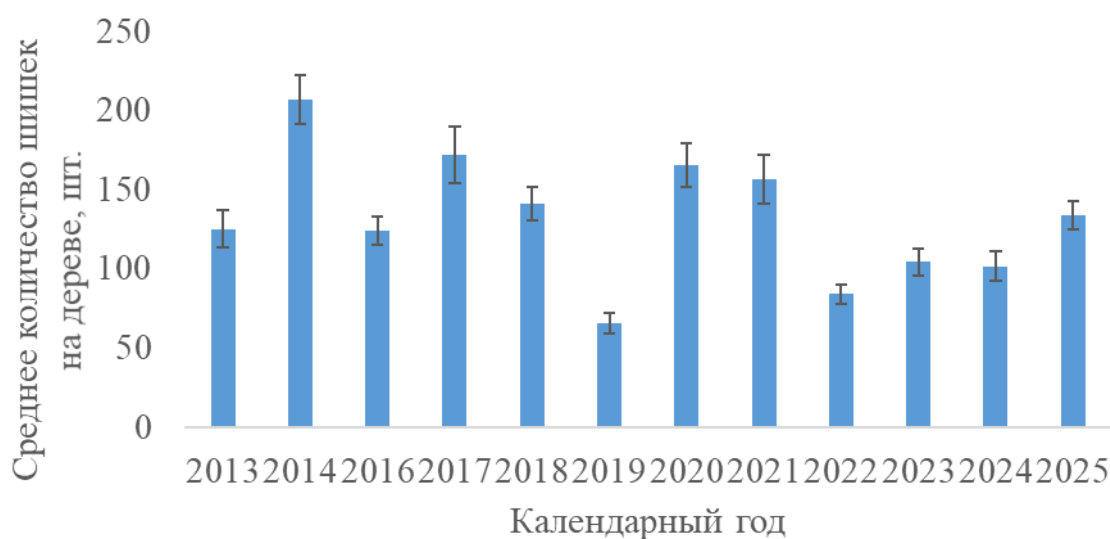


Рисунок 1 – Динамика урожайности сосны кедровой сибирской в Чагринской роще

За рассматриваемый период наблюдений не было выявлено лет с полным отсутствием урожая, что свойственно только оптимальным условиям произрастания. В среднем в кроне каждого семеносящего дерева исследуемого насаждения ежегодно производится 132 ± 12 шт. шишек. Однако величина

среднего урожая шишек существенно изменчива по годам наблюдений. Коэффициент вариации (σ) составляет 30,3%, что указывает на высокий уровень флуктуации по шкале С.А. Мамаева. Наиболее урожайным годом был 2014 г. (207 ± 30 шт.) а в 2019 наблюдалась наименьшая урожайность (66 ± 13 шт.). Различия между максимальной и минимальной урожайностью достигают 315 %, что указывает на значительную зависимость урожайности от погодных условий, сопровождающих период формирования репродуктивных органов и созревания шишек.

Высокая и стабильная урожайность сосны кедровой сибирской в рассматриваемом насаждении обусловлена прежде всего редкой густотой посадки, а также указывает на соответствие почвенно-климатических условий региона интродукции экологическим требованиям сосны кедровой сибирской.

Заключение

Таким образом, анализ динамики урожайности сосны кедровой сибирской в условиях интродукции в Вологодскую область показывает перспективность введения этого ценного вида в местные насаждения. Лесные культуры сосны кедровой сибирской предназначенные для получения кедрового ореха следует создавать редкой густотой по типу кедросадов.

Список литературы

1. Интродукция сосны кедровой корейской на юге средней Сибири / Н. П. Братилова, Р. Н. Матвеева, А. М. Пастухова [и др.] // Хвойные бореальной зоны. – 2019. – Т. 37, № 3-4. – С. 209-213.
2. Ипатов, Л. Ф. Кедр на Севере: научно-популярные очерки / Л. Ф. Ипатов. – Архангельск, 2011. – 412 с.
3. Путенихина, К. В. Плодоношение и семенное возобновление кедра сибирского в лесных культурах в Башкирии / К. В. Путенихина // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2014. – № 39. – С. 78-80.
4. Хамитов, Р. С. Влияние географической изоляции на структуру популяций кедра сибирского по форме семенной чешуи / Р. С. Хамитов // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 11 (86). – С. 217-220.
5. Хамитов, Р. С. Динамика урожайности интродукционных культур сосны кедровой сибирской в Вологодской области / Р. С. Хамитов,

С. М. Хамитова // Хвойные бореальной зоны. – 2025. – Т. 43, № 1. – С. 62-67. – DOI: <https://doi.org/10.53374/1993-0135-2025-1-62-67>.

6. Хамитов, Р. С. Закономерности изменчивости массы семян кедр сибирского при его интродукции в леса вологодской области / Р. С. Хамитов, С. М. Хамитова // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4 (28). – С. 131-134.

7. Хамитов, Р. С. Изменчивость сосны кедровой сибирской по урожайности шишек в условиях интродукции / Р. С. Хамитов, М. М. Андропова, А. М. Антонов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2018. – № 3 (363). – С. 84-91. – DOI: <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2018.3.84>.

8. Хамитов, Р. С. Индивидуальная изменчивость урожайности семян сосны кедровой сибирской в условиях интродукции / Р. С. Хамитов, С. А. Баранова // Хвойные бореальной зоны. – 2019. – Т. 37, № 6. – С. 443-447.

9. Хамитов, Р. С. Оценка санитарного состояния кедровых рощ Вологодской области / Р. С. Хамитов, М. М. Андропова // Хвойные бореальной зоны. – 2016. – Т. 34, № 5-6. – С. 290-293.

10. Variability of Siberian stone pine seed yield in introduction plantations in the Vologda region / R. S. Khamitov, M. M. Andronova, S. A. Korchagov, S. M. Khamitova // Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture : International Scientific and Practical Conference, Saratov, 20–24 октября 2021 года. Vol. 979. – London: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012010. – DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012010>.

References

1. Introduction of Korean cedar pine in the south of middle Siberia / N. P. Bratilova, R. N. Matveeva, A. M. Pastukhova [et al.] // Conifers of the Boreal Zone. – 2019. – Vol. 37, No. 3-4. – Pp. 209-213.

2. Ipatov, L. F. Cedar in the North: Popular Science Essays / L. F. Ipatov. – Arkhangelsk, 2011. – 412 p.

3. Putenikhina, K. V. Fruiting and seed renewal of Siberian cedar in forest cultures in Bashkortostan / K. V. Putenikhina // Actual problems of the forest complex. – 2014. – No. 39. – pp. 78-80.

4. Khamitov, R. S. The influence of geographical isolation on the structure of Siberian cedar populations in the form of seed scales / R. S. Khamitov // Bulletin of the KrasGAU. – 2013. – № 11 (86). – Pp. 217-220.
5. Khamitov, R. S. Yield dynamics introduction of Siberian cedar pine crops in the Vologda region / R. S. Khamitov, S. M. Khamitova // Conifers of the boreal zone. – 2025. – Vol. 43, No. 1. – Pp. 62-67. – DOI 10.53374/1993-0135-2025-1-62-67.
6. Khamitov, R. S. Patterns of variability of the mass of Siberian cedar seeds during its introduction into the forests of the Vologda region / R. S. Khamitov, S. M. Khamitova // Bulletin of the Bashkir State Agrarian University. – 2013. – No. 4 (28). – Pp. 131-134.
7. Khamitov, R. S. Variability of Siberian Cedar Pine in terms of cone yield under conditions of introduction / R. S. Khamitov, M. M. Andronova, A. M. Antonov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Lesnoy Zhurnal. – 2018. – No. 3 (363). – Pp. 84-91. – DOI 10.17238/issn0536-1036.2018.3.84.
8. Khamitov, R. S. Individual Variability of the Yield of Siberian Cedar Pine Seeds under Conditions of Introduction / R. S. Khamitov, S. A. Baranova // Conifers of the Boreal Zone. – 2019. – Vol. 37, No. 6. – Pp. 443-447.
9. Khamitov, R. S. Assessment of the sanitary condition of cedar groves in the Vologda Region / R. S. Khamitov, M. M. Andronova // Conifers of the Boreal Zone. – 2016. – Vol. 34, No. 5-6. – Pp. 290-293.
10. Variability of Siberian stone pine seed yield in introduction plantations in the Vologda region / R. S. Khamitov, M. M. Andronova, S. A. Korchagov, S. M. Khamitova // Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture : International Scientific and Practical Conference, Saratov, 20–24 октября 2021 года. Vol. 979. – London: IOP Publishing Ltd, 2022. – P. 012010. – DOI 10.1088/1755-1315/979/1/012010.

СОХРАННОСТЬ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ХРЕНОВСКОМ БОРУ

Цепляев А.Н., профессор кафедры ботаники и дендрологии, доктор сельскохозяйственных наук ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Пивоваров М.В., аспирант кафедры ботаники и дендрологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Попова В.Т., заведующий кафедрой ботаники и дендрологии, кандидат биологических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация: Исследование посвящено анализу влияния географического происхождения семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на успешность их интродукции в условиях Хреновского бора. На примере контрастных климатипов рассматриваются закономерности адаптации и сохранности в зависимости от степени соответствия экологических условий места происхождения и места посадки. Особое внимание уделено механизмам, лежащим в основе депрессии или успеха при интродукции семян с юга на север и из резко континентальных областей в умеренно континентальные. Результаты работы обосновывают критическую важность учета генетико-экологической дифференциации популяций для планирования эффективных лесовосстановительных мероприятий и селекционной работы.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, географические культуры, Хреновский бор, климатические экотипы.

PRESERVATION OF GEOGRAPHICAL CULTURES OF SCOTS PINE IN THE KHRENOVSKY PINE FOREST

Tseplyaev A.N., department of Botany and Dendrology, Doctor of Agricultural Sciences, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Pivovarov M.V., postgraduate student, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Popova V.T., head of the Department of Botany and Dendrology, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract: This study analyzes the influence of the geographic origin of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seeds on the success of their introduction to the Khrenovsky Bor. Using contrasting climatotypes as an example, it examines patterns of adaptation and survival depending on the degree of correspondence between the environmental conditions of the place of origin and the planting site. Particular attention is paid to the mechanisms underlying the depression or success of seed introductions from south to north and from extreme continental to temperate continental regions. The results substantiate the critical importance of considering the genetic and ecological differentiation of populations for planning effective reforestation and breeding efforts.

Keywords: common pine, geographical crops, Horseradish forest, climatic ecotypes.

Введение. На протяжении более полутора веков исследование географической изменчивости древесных пород проводилось в широкой сети географических культур, созданных в различных лесорастительных регионах [3, 5, 8]. Начало этому направлению в России положили опыты М.К. Турского (1870-1878 гг.) в Подмоскowie [10]. Систематическая работа была продолжена в 1910-1916 гг. по инициативе В.Д. Огиевского, создавшего сеть опытных культур в 21 пункте европейской части страны, охвативших основные типы леса. В дальнейшем, особенно в 1960-70-е годы, исследования приобрели масштабный характер и проводились многочисленными научными институтами (МЛТИ, ВНИИЛМ, ВЛТИ и др.), вузами и лесхозами на

территории от Подмосковья до Самарской области, Татарстана и Сибири [2, 5, 9]. Важными объектами изучения, выступали географические культуры в условиях Центральной лесостепи [1, 8, 9, 10]. Эти участки, расположенные в разных почвенно-климатических зонах, представляют собой уникальную долговременную экспериментальную базу для сравнительного анализа, сохранения и мобилизации генетических ресурсов [7]. Географические культуры служат живыми коллекциями генетического разнообразия вида, что крайне важно для селекции на устойчивость в условиях меняющегося климата [8].

Исследование географической изменчивости, или климатической дифференциации (климатипов), сосны обыкновенной имеет фундаментальное значение для понимания адаптационного потенциала вида и прямо влияет на эффективность лесовосстановления и продуктивность лесного фонда [4].

Цель исследования – оценить вклад географической изменчивости сосны обыкновенной в формирование таких важнейших показателей, как сохранность, устойчивость к абиотическим факторам. На примере географических культур, которые выступают моделью для изучения микроэволюционных процессов и являются незаменимым инструментом для разработки научных основ интродукции, селекции и устойчивого лесоразведения.

Материал и методы исследования. Объектом исследования в данном исследовании, являются географические культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) созданные в Хреновском лесном колледже им. Г. Ф. Морозова в период 1964-1965 гг. Это специально заложенный долгосрочный экспериментальный объект, представляющие собой совокупность климатипов, созданных посадочным материалом, выращенным из семян различного географического происхождения в идентичных или контрастных условиях среды. Семена для эксперимента были заготовлены в высокопродуктивных насаждениях преимущественно I^a - I бонитетов, собранных в различных частях естественного ареала вида – от Калининграда до Якутии и от Коми до Крыма.

Результаты исследования и их обсуждение. На основе данных полученных на основе многолетних наблюдений за ростом географических культур сосны обыкновенной в Хреновском бору отчетливо прослеживается зависимость жизнеспособности растений от степени соответствия экологических условий места происхождения материнских растений условиям

места интродукции семенного потомства. Яркой иллюстрацией этого принципа служит контраст между четырьмя выделенными происхождениями: Бузулук, Бийск, Алдан и Коми.

Культуры, представляющие отдаленные восточносибирские и северные пункты происхождения – Алдан и Коми – демонстрируют классический тип адаптационного несоответствия. Эти популяции происходят из регионов с резко континентальным, экстремально холодным климатом (Алдан, 58°40' с.ш.) и из северной тайги (Коми, 63°16' с.ш.). Их динамика сохранности (Рисунок 2) показывает интенсивное снижение в первые десятилетия после закладки культур. К 2026 году сохранность данных экотипов составляет лишь 12 % от исходной. Ключевым лимитирующим фактором здесь, судя по общему контексту исследования, выступает радикальное несоответствие вегетационного периода и фотопериодических условий. Растения, адаптированные к короткому, но интенсивному сибирскому лету или к условиям длинного северного дня, в более мягких условиях центральной России показывают глубокую ростовую депрессию и низкую конкурентную устойчивость.

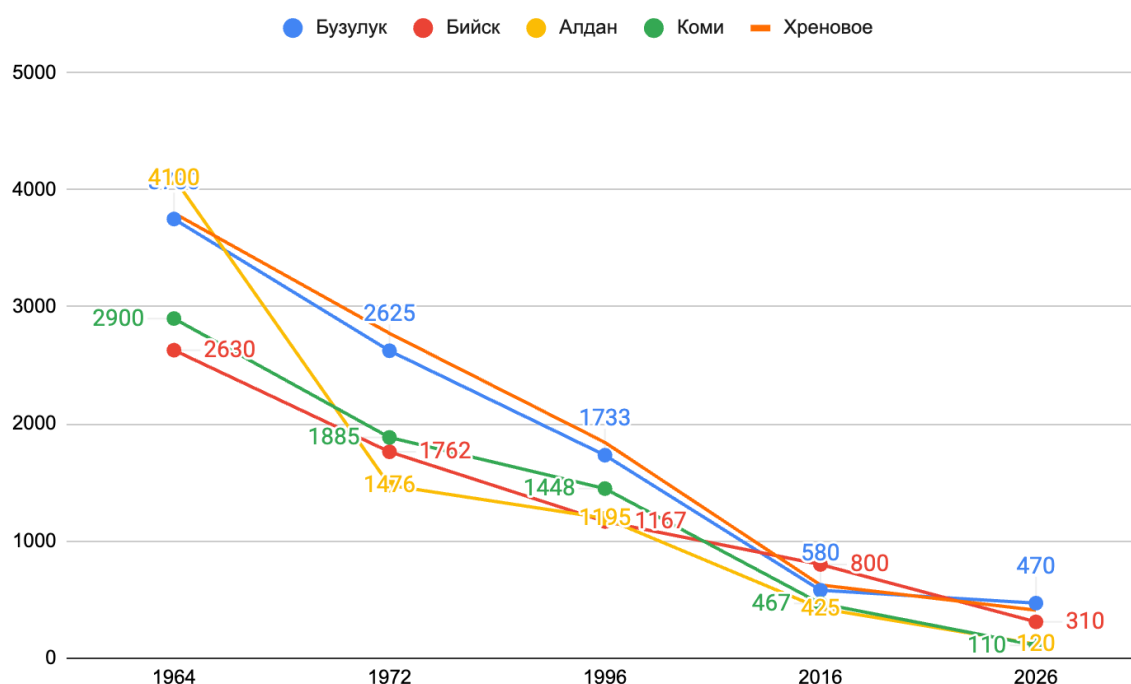


Рисунок. 1 – Динамика числа растений на участках различных климатических типов за период 1964-2026 (данные за период 1964 и 1972 гг. предоставлены Д.Г. Дыниным)

Схожая негативная динамика наблюдается и у климатипа из Бийска (52°43' с.ш.), у которого сохранность к 2026 году составила 12 %. Несмотря на близкую к Бузулуку широту, данный экотип происходит из континентальных условий Алтая, что, вероятно, обуславливает его фенологическое несоответствие условиям лесостепи.

Напротив, наиболее благополучную динамику в долгосрочной перспективе демонстрирует происхождение из Бузулука (52°08' с. ш.). Хотя его сохранность также снизилась до 12 % к 2026 году, анализ графика (Рисунок 2) позволяет предположить, что процесс изреживания протекал здесь менее интенсивно в критические первые годы и десятилетия. Данный экотип, географически и климатически наиболее близкий к условиям Хреновского бора, проявил наибольшую исходную приспособленность. Его относительная устойчивость подтверждает правило преимущества местных и адаптивно близких популяций, что в конечном итоге может обеспечивать более высокую конечную продуктивность насаждения даже при сходных показателях сохранности с интродуцированными экотипами.

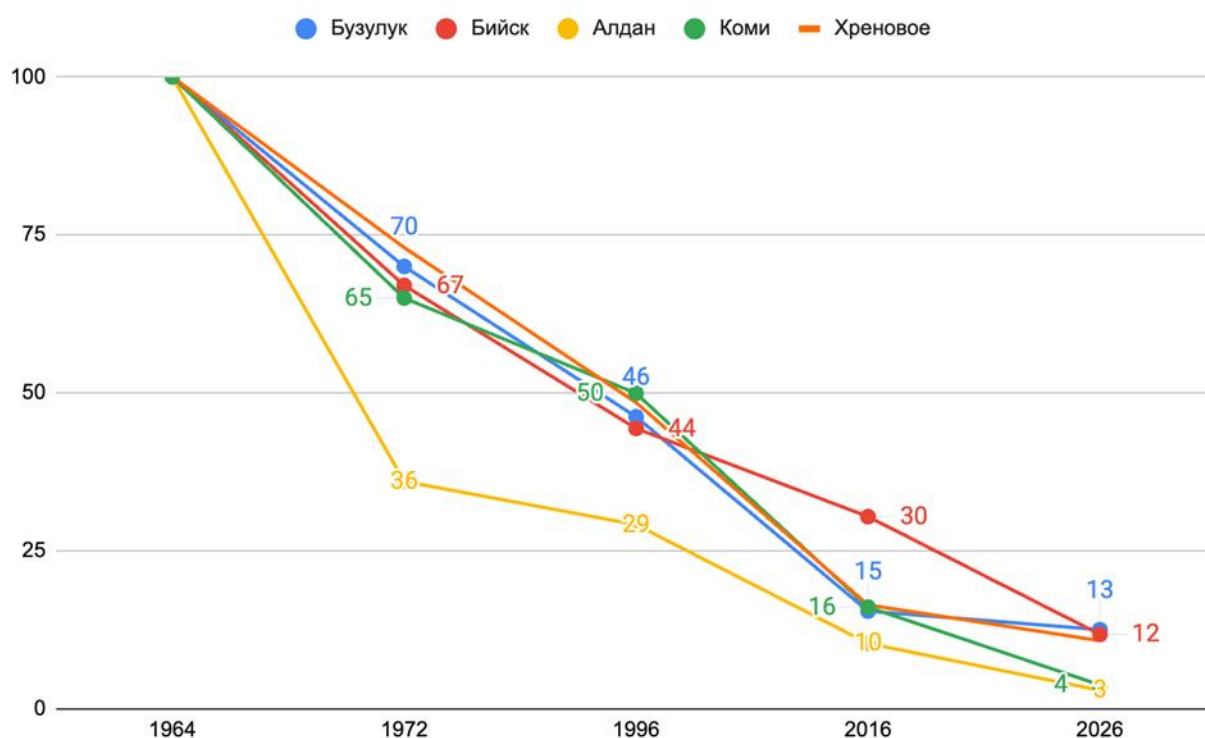


Рисунок 2 – Сохранность экотипов контрастных по географическому положению в процентах (данные за период 1964 и 1972 гг. предоставлены Д.Г. Дыниным)

Заключение

Таким образом, представленные долгосрочные данные наглядно подтверждают выводы многолетних исследований географической изменчивости сосны обыкновенной. Наиболее стабильную динамику сохранности в условиях Хреновского бора демонстрируют популяции, происходящие из географически и климатически близких регионов (Бузулук). Интенсивное снижение сохранности экотипов из отдаленных и экологически контрастных областей (Алдан, Коми, Бийск) является следствием адаптационного несоответствия, в первую очередь, фенологических ритмов и устойчивости к абиотическим стрессам.

Эти результаты подчеркивают первостепенную важность строгого климатического и фотопериодического районирования при использовании семенного материала для лесовосстановления. Практика массовой переброски семян без учета адаптивной дифференциации популяций ведет к значительным экономическим потерям из-за повышенной гибели и низкой сохранности создаваемых лесных культур в первые критически важные десятилетия их роста и формирования.

Список литературы

1. Галдина, Т. Е. Внутривидовое разнообразие *Pinus sylvestris* L. в географических культурах Центральной лесостепи / Т. Е. Галдина, А. И. Чернодубов, М. И. Михайлова // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2023. – № 3. – С. 84-98.
2. Исаев, А. С. Методика изучения географических культур хвойных пород / А. С. Исаев, С. Н. Палкин. – Красноярск : Изд-во Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, 2005. – 120 с.
3. Михайлова, М. И. Реакция семенных потомств разных экотипов сосны обыкновенной в географических лесных культурах на изменение климата / М. И. Михайлова, М. П. Чернышов // Лесотехнический журнал. – 2025. – Т. 15. – № 3 (59). – С. 55–67. – Библиогр. : с. 64-67.
4. Михайлова, М. И. О лучших геоэкотипах сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) для искусственного лесовосстановления / М. И. Михайлова, М. П. Чернышов, С. В. Ребко // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 4 (52), ч. 1. — С. 58–71.

5. Моисеева, И. С. Географические культуры сосны обыкновенной в Самарской области / И. С. Моисеева // Актуальные проблемы лесного комплекса – 2014. – № 39. – С. 12-15.
6. Правдин, Л. Ф. Сосна обыкновенная: Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция / Л. Ф. Правдин. – М. : Наука, 1964. – 191 с.
7. Лесная селекция в России: достижения, проблемы, приоритеты (обзор) / В. В. Тараканов, М. М. Паленова, О. В. Паркина, Р. В. Роговцев, Р. А. Третьякова // Лесохозяйственная информация. – 2021. – № 1. – С. 100–143.
8. Третьяков, В. М. Старейшие географические культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в подзоне Зауральской лесостепи / В. М. Третьяков, С. В. Залесов, Е. С. Залесова // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 11 (165). – С. 51-55.
9. Хакимова, З. Г. Географические культуры сосны обыкновенной в Зеленодольском лесничестве республики Татарстан Вестник Омского государственного аграрного университета / З. Г. Хакимова. – 2017. – № 3 (27). – С. 102-107.
10. Цепляев, А. Н. Хемотипическая изменчивость и микропопуляционная структура коренных сосняков Хреновского бора и ее значение для лесовосстановления : монография / А. Н. Цепляев, Э. И. Трещевская ; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Воронеж. гос. лесотехн. ун-т. – Воронеж, 2019. – 120 с.

References

1. Galdina, T. E. Intraspecific diversity of *Pinus sylvestris* L. in geographical cultures of the Central forest-steppe / T. E. Galdina, A. I. Chernodubov, M. I. Mikhailova // News of higher educational institutions. Forestry magazine. – 2023. – No. 3. – P. 84-98.
2. Isaev, A. S., Palkin, S. N. Methodology for studying geographical cultures of coniferous species / A. S. Isaev, S. N. Palkin. – Krasnoyarsk: Publishing house of the V. N. Sukachev Forest Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2005. – 120 p.
3. Mikhailova, M. I. Reaction of seed progeny of different ecotypes of Scots pine in geographical forest crops to climate change / M. I. Mikhailova,

M. P. Chernyshov // Forestry Journal. – 2025. – T. 15. – No. 3 (59). – pp. 55-67. – Bibliography: p. 64–67

4. Mikhailova, M. I. About the best geocotypes of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) for artificial reforestation / M. I. Mikhailova, M. P. Chernyshov, S. V. Rebko // Forestry Journal. – 2023. – T. 13, No. 4 (52), part 1. – P. 58-71.

5. Moiseeva, I. S. Geographical cultures of Scots pine in the Samara region / I. S. Moiseeva // Current issues of the forest complex. – 2014. – No. 39. – P. 12-15.

6. Pravdin, L. F. Scots pine: Variability, intraspecific taxonomy and selection / L. F. Pravdin. – Moscow : Nauka, 1964. – 191 p.

7. Forest selection in Russia: achievements, problems, priorities (review) / V. V. Tarakanov, M. M. Palenova, O. V. Parkina, R. V. Rogovtsev, R. A. Tretyakova // Forestry information. – 2021. – No. 1. – P. 100-143.

8. Tretyakov, V. M. The oldest geographical cultures of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in the Trans-Ural forest-steppe subzone / V. M. Tretyakov, S. V. Zalesov, E. S. Zalesova // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2017. – No. 11 (165). – P. 51-55.

9. Khakimova, Z.G. Geographic cultures of Scots pine in the Zelenodolsk forestry of the Republic of Tatarstan Bulletin of Omsk State Agrarian University / Z. G. Khakimova. – 2017. – No. 3 (27). – P. 102-107.

10. Tseplyaev, A. N. Chemotypic variability and micropopulation structure of native pine forests of the Khrenovsky pine forest and its significance for forest restoration : monograph / A. N. Tseplyaev, E. I. Treshchevskaya ; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov. – Voronezh, 2019. – 120 p.

СЕКЦИЯ 3. СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ И ИХ КОМПОНЕНТОВ

DOI: 10.58168/CSTIBSPC2026_274-283

УДК 630*174.754+630*232

ЛЕСОСЕМЕННАЯ БАЗА ОГАУ «БИРОБИДЖАНСКИЙ ЛЕСХОЗ»

Бакунина Т.С., магистр каф. лесных культур, селекции
и лесомелиорации. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Сиволапов А.И., к. с.-х. н., профессор каф. лесных культур, селекции
и лесомелиорации. ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В статье дается анализ лесосеменной базы сосны кедровой корейской. Показан породный состав Биробиджанского лесхоза, где сосна кедровая корейская занимает более 28 тыс. га. и занимает особое положение так как она занесена в Красную книгу ЕАО. Порода является эндемиком, запрещенным к рубке и широко распространена на территории Дальнего Востока России, и является одной из основных лесообразующих пород. Для получения семян в лесхозе используются ЛСП и ПЛСУ, с которых в 2025 году получено 200 кг семян.

Ключевые слова: сосна кедровая корейская, лесосеменная плантация, лесосеменной участок, плюсовые насаждения, плюсовые деревья.

OGAU BIROBIDZHANSKY FORESTRY BRANCH

Bakunina T.S., Master of the Department of Forest Cultures, Breeding and Forest Reclamation. Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Sivolapov A.I., PhD in Agriculture, Professor of the Department of Forest Cultures, Breeding and Forest Reclamation. Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. The article provides an analysis of the forest seed base of the Korean cedar pine. It shows the species composition of the Birobidzhan Forestry, where the Korean cedar pine occupies more than 28,000 hectares and holds a special position as it is listed in the Red Book of the Jewish Autonomous Region. This species is an endemic, prohibited for logging, and widely distributed in the Russian Far East, where it is one of the main forest-forming species. The forestry enterprise uses LSP and PLSU to produce seeds, and in 2025, it produced 200 kg of seeds.

Keywords: Korean cedar pine, forest seed plantation, forest seed area, plus plantations, plus trees.

Введение. ОГАО «Биробиджанский лесхоз» ведёт лесохозяйственную деятельность на территории нескольких лесничеств региона. Для исследования лесосеменной базы сосны кедровой корейской представлена деятельность организации на территории Биробиджанского и Бирского лесничеств.

Организация осуществляет заготовку древесины, выращивание посадочного материала на территории питомника, заготовку семян лесных растений, проводит агроуходы и рубки ухода, а также занимается лесовосстановлением и противопожарным обустройством лесов.

Леса Биробиджанского лесничества расположены в таежной зоне Дальневосточного таежного лесного района. Общая площадь Биробиджанского лесничества составляет 430546,5 га, в него входят 5 участковых лесничеств.

В Еврейской автономной области сосна кедровая корейская (*Pinus koraiensis*) или кедр корейский занимает особое положение в, так как она занесена в Красную книгу ЕАО. Порода является эндемиком, запрещенным к рубке и широко распространена на территории Дальнего Востока России, и является одной из основных лесообразующих пород.

В Биробиджанском лесничестве находится 8,92 % или 5,67 тыс. га насаждений сосны кедровой корейской, из которых 2,84 тыс. га - это припевающие насаждения, 1,49 тыс. га – молодняки, средневозрастных - 0,73 тыс. га, спелых - 0,62, перестойные насаждения отсутствуют. Сосна корейская кедровая применяется в Биробиджанском лесничестве во всех видах лесовосстановления. Также, орехи заготавливаются как пищевой ресурс и для использования в лесном семеноводстве.

В Бирском лесничестве сосредоточено 35,33 % или 22,46 тыс. га насаждений сосны кедровой корейской, из которых 3,16 тыс. га. это приспевающие насаждения, 1,96 тыс. га – молодняки, средневозрастных – 13,12 тыс. га, спелых – 4,22, перестойных насаждений нет.

На территории Биробиджанского лесничества имеется также такой объект лесного семеноводства как ПЛСУ (2 га) на территории Желтоярковского участкового лесничества (кв.33, выд.23).

На территории Бирского лесничества также имеются следующие объекты лесного семеноводства.

Цель исследования – провести анализ состояния лесосеменной базы сосны кедровой корейской в ОГАУ «Биробиджанский лесхоз».

Материал и методика исследования. Краснокнижная древесная порода – сосна кедровая корейская занимает в Еврейской автономной области более 28 тыс. га. Анализ состояния, роста и семенной продуктивности ЛСП и ПЛСУ в Биробиджанском лесхозе проведены в соответствии с правилами Минприроды [4 - 7].

Результаты исследования и их обсуждение. На территории Бирской лесосеменной плантации произрастают клоны плюсовых деревьев, а также созданы постоянные лесосеменные участки плюсовых насаждений кедра корейского и находятся более 300 плюсовых деревьев – преимущественно кедра корейского. В соответствии с Лесным планом ЕАО в 2025 и 2027 годах запланировано создание участков площадью по 2 га на территории Бирской лесосеменной плантации. Для этого выращиваются клоны плюсовых деревьев с улучшенными наследственными свойствами деревьев, процесс создания которых заключается в прививке к молодому дереву привоя с плюсовых деревьев (рис.1).

Сосна кедровая корейская представляет из себя дерево высотой до 40 - 50 м высотой, в диаметре может составлять 1,5 - 2 м. Несмотря на то, что корневая система залегает неглубоко и имеет слаборазвитый стержневой корень, деревья устойчивы к ветру. Продолжительность жизни кедра корейского составляет 350 - 400 лет.

Возобновляется кедр корейский в основном под пологом леса, так как подрост требует затенения, но с годами сосны становятся светолюбивыми. Кедр корейский лучше произрастает в свежих и плодородных, но не переувлажнённых, почвах.

Сосна кедровая корейская относится к так называемым пятихвойным соснам – у нее хвоинки собраны в пучки по пять иголок.



Рисунок 1 – Лесосеменная плантация кедра корейского на территории Бирского лесничества

В лесах кедр корейский обычно доминирует в первом ярусе хвойно-широколиственных лесов. Растёт в смешанных древостоях с пихтами цельнолистной и белокорой, елью аянской, лиственницей Гмелина, дубом монгольским, ясенем маньчжурским, берёзой ребристой, липой амурской. Среди кустарников в кедровниках встречаются элеутерококк колючий, аралия высокая, заманиха высокая, из лиан – лимонник китайский, актинидия коломикта, а из числа травянистых многолетников – женьшень настоящий. Кедр корейский и леса с его участием обычно занимают сухие горные склоны и древние речные террасы.

Значительным лимитирующим фактором для данной породы являются чередование периодов повышенного и пониженного урожаев семян, что затрудняет сбор качественных семян. Кедр корейский начинает плодоносить с 60-70 лет в естественных насаждениях, в культурах с 20-40 лет. Созревание семени происходит через 15-16 месяцев после оплодотворения. На 1-2 года высокого или среднего урожая приходится три-четыре года с низкой урожайностью. Для раннего плодоношения кедра корейского в питомниках

практикуют прививки. Для этого на 3-5-летний саженец прививают черенок, взятый со взрослого, уже плодоносящего дерева.

Шишки кедра корейского созревают с конца августа по октябрь, но уже на следующий год после оплодотворения. При созревании шишки кедра не раскрываются, а опадают в начале зимы опадают вместе с семенами. С одного дерева можно получить до 500 среднего размера шишек.

Шишки достаточно крупные (до 17 см в длину) и содержат по 30-150 орешков (семян). Семена имеют толстую деревянистую кожуру. Они бескрылые (рис. 2).

Шишки и семена молодых кедров более крупные, но малочисленные, а на взрослых деревьях, наоборот, шишки мелкие и многочисленные.



Рисунок 2 – Шишка и семена кедра корейского

Сбор шишек производят при помощи шестов или колотушек, которыми ударяют по веткам и стволу соответственно. А при больших урожаях возможна заготовка шишек прямо с земли. Затем шишки перерабатывают на дробилках, с помощью которых отделяют семена от шишек.

Хранят семена либо в сухих, закрытых и прохладных помещениях (ящики), либо в ямах, и траншеях с песком или опилками, либо за складами с холодильными установками. Срок хранения от 1 до 3 лет.

Посадочный материал сосны кедровой корейской выращивают в течение 2-3 лет, их пропалывают вручную, производят рыхление, поливы, прореживание и защиту от солнечных ожогов по мере необходимости. В мае перед началом полевого сезона их выкапывают, формируя из них пучки по 50

штук. Высаживают сеянцы на территории лесничеств, которые обслуживает ОГАУ «Биробиджанский лесхоз», впоследствии проводят агроуходы. Часть сеянцев остается на территории питомника и подлежит последующей прививке весной или летом.

Приблизительный возраст культур плантации – 40 лет, многие деревья как раз вступили в фазу своего активного плодоношения. Поэтому, в целом плодоношение по шкале В.Г. Каппера было оценено нами как среднее. Хотя сотрудниками ОГАУ «Биробиджанский лесхоз» год оценивается как неурожайный (рис. 3).

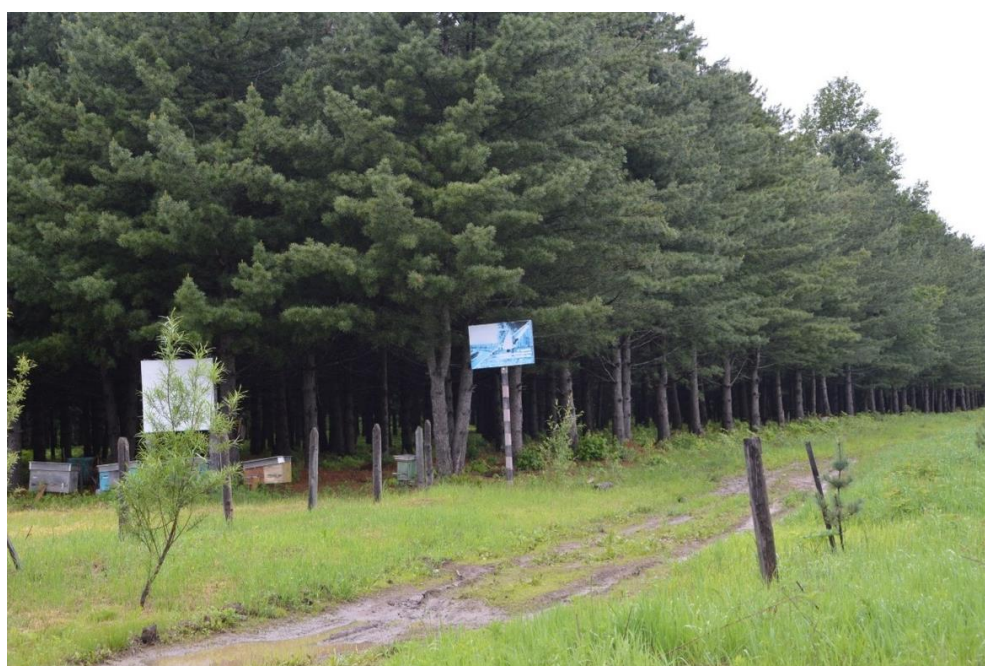


Рисунок 3 – Общий вид участков Бирской ЛСП

В таблице 1 отражены параметры модельных деревьев ЛСП. Из таблицы видно, что средняя высота деревьев на обследованном участке – 11,2 м, а средний диаметр – 14,2 см. Среднее количество шишек на 1 дереве - 7, 5 штук. Обследованные деревья, в целом, не превышают средние значения таксационных показателей насаждения по диаметру ствола и по высоте ствола.

Нужно также отметить, что кроны всех деревьев на пройденном нами участке хорошо развиты, нет деревьев с ажурными или флагообразными кронами. Деревья посажены на расстоянии друг от друга 4 м в ряду и 5 м в междурядьях, что обеспечивает хороший рост и снижение конкуренции.

Таблица 1 – Параметры модельных деревьев сосны кедровой корейской на ЛСП

№	Высота, м	Диаметр, см.	Количество шишек, шт
1	11,2	14,6	9
2	11,0	14,2	8
3	10,5	13,9	7
4	12,1	14,0	7
5	10,9	14,1	8
6	11,0	13,8	9
7	11,4	14,5	9
8	11,7	14,6	7
9	11,2	14,2	6
10	11,0	13,8	9
11	10,3	14,3	7
12	12,5	14,1	4
13	11,3	14,5	10
14	11,1	14,4	5
15	11,0	14,6	8

Полученные результаты свидетельствуют о хорошем росте и развитии деревьев сосны кедровой на плантации, играющих важную роль в заготовке вегетативного и семенного материала.

Возраст плюсовых деревьев на ПЛСУ более старший, чем на плантации и составляет 70-80 лет. Полнота насаждения от 0,5 до 0,7. В составе насаждения присутствует дуб, ясень, осина, береза (табл. 2). Качество семян на ПЛСУ показано.

Таблица 2 – Параметры модельных деревьев сосны кедровой корейской на ПЛСУ

№	Высота,м	Диаметр,см	Количество шишек, шт.
1	21,0	39,3	19
2	23,1	60,2	18
3	24,9	63,0	27
4	23,4	62,1	17
5	20,9	38,5	18
6	22,3	58,1	19
7	24,1	62,0	29

8	20,1	35,4	17
9	23,0	60,1	16
10	25,0	62,8	19
11	22,4	59,0	17
12	24,3	62,5	24
13	21,9	40,5	13
14	24,0	61,9	25
15	23,6	61,4	28

Средняя высота деревьев здесь 22,9 м, а диаметр – 55,12 см. Среднее количество обнаруженных нами шишек на дереве – 20, 4 шт.

По модельным деревьям проанализирована динамика роста сосны кедровой корейской на ПЛСУ. Поэтому можно отметить, что некоторые деревья для своего возраста характеризуются более высокими таксационными показателями. Качество семян на ПЛСУ показано в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели шишек и семян сосны кедровой сибирской

№	Вес, г.	Масса 1000 семян, г	Жизнеспособность, %	Класс качества
1	102	173	80	2
2	148	335	75	2
3	130	250	90	2
4	88	101	21	3
5	95	123	33	3
6	122	241	59	2
7	109	181	79	2
8	151	331	93	2
9	113	220	66	2
10	149	321	79	2

Таким образом, 80 % семян имеют 2 класс качества. Средний вес шишки в пробе – 120,7 г, средняя масса 100 семян – 227,6. средняя приживаемость – 67,5 %. Такие семена можно рекомендовать к посеву.

Заключение

Анализ лесосеменной базы Биробиджанского лесхоза показал, что на территории двух участковых лесничеств лесосеменные плантации и лесосеменные участки занимают 30 га, с которых собирают семена 2 класса качества.

Список литературы

1. Лесной план Еврейской автономной области. – URL: <https://cloud.mail.ru/public/y9tZ/2NFgeFpuo>.
2. Левин, С. В. Семеношение кедра корейского (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) при его интродукции в условиях лесостепи Воронежской области / С. В. Левин // Лесной вестник – 2023. – Т. 27. – № 3. – С. 36-47. – DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-36-47/.
3. Ерёмин, В. М. Сосна кедровая корейская (*Pinus koraiensis* Sieb. Et Zucc. – *pinaceae*) на о. Сахалин / В. М. Ерёмин, А. С. Багдасарян // Инновационная наука. – 2015. – № 7-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sosna-kedrovaya-koreyskaya-pinus-koraiensis-sieb-et-zucc-pinaceae-na-o-sahalin> (дата обращения: 01.02.2026).
4. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 30.04.2025 № 242 "Об утверждении Порядка формирования, использования и хранения федерального фонда семян лесных растений". – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/411997144/>.
5. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 23.04.2025 № 228 "Об утверждении Порядка формирования, использования и хранения страховых фондов семян лесных растений субъектов Российской Федерации". – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/411996322/>.
6. Сиволапов, А. И. Лесная селекция : учебное пособие / А. И. Сиволапов ; ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова». – Воронеж, 2025. – 196 с.
7. Ефимов, Ю. П. Семенные плантации в селекции и семеноводстве сосны обыкновенной / Ю. П. Ефимов. – Воронеж : Изд-во «Истоки», 2010. – 253 с.

References

1. Lesnoj plan Evrejskoj avtonomnoj oblasti. – URL: <https://cloud.mail.ru/public/y9tZ/2NFgeFpuo>.
2. Levin, S. V. Semenoshenie kedra korejskogo (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) pri ego introdukcii v usloviyax lesostepi Voronezhskoj oblasti / S. V. Levin // Lesnoj vestnik. – 2023. – Т. 27. – № 3. – С. 36-47. – DOI: 10.18698/2542-1468-2023-3-36-47.

3. Eryomin, V. M. Sosna kedrovaya korejskaya (*Pinus koraiensis* Sieb. Et Zuec. — pinaceae) na O. Saxalin / V. M. Eryomin, A. S. Bagdasaryan // *Innovacionnaya nauka*. – 2015. – № 7-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sosna-kedrovaya-koreyskaya-pinus-koraiensis-sieb-et-zuec-pinaceae-na-o-sahalin> (data obrashheniya: 01.02.2026).

4. Prikaz Ministerstva prirodnny`x resursov i e`kologii Rossijskoj Federacii ot 30.04.2025 № 242 «Ob utverzhdenii Poryadka formirovaniya, ispol`zovaniya i xraneniya federal`nogo fonda semyan lesny`x rastenij». – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/411997144/>.

5. Prikaz Ministerstva prirodnny`x resursov i e`kologii Rossijskoj Federacii ot 23.04.2025 № 228 «Ob utverzhdenii Poryadka formirovaniya, ispol`zovaniya i xraneniya straxovy`x fondov semyan lesny`x rastenij sub`ektov Rossijskoj Federacii». – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/411996322/>.

6. Sivolapov, A. I. Lesnaya selekciya : uchebnoe posobie / A. I. Sivolapov ; FSBEI HE «VSUFT». – Voronezh, 2025. – 196 p.

7. Efimov, Yu. P. Semenny`e plantacii v selekcii i semenovodstve sosny` oby`knovennoj / Yu. P. Efimov. – Voronezh : Izd-vo «Istoki», 2010. – 253 p.

ФОРМИРОВАНИЕ ВИДОВОГО И СЕЛЕКЦИОННОГО СОСТАВА РОДА *BETULA* L. EX SITU В ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Болтнев И.А., аспирант каф. лесной генетики, биотехнологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Колтунова Л.И., аспирант каф. лесной генетики, биотехнологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Исаков И.Ю., д. с.-х.н., профессор каф. лесной генетики, биотехнологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В статье приводятся данные о формировании, особенностях закладки, видовом составе и некоторых результатах изучения биоресурсной коллекции (БК) берёз; целях и задачах создания трёх объектов биоресурсной коллекции видов и селекционных форм берёз в Воронежской области. В условиях данного эксперимента к интродуцированным в условия Воронежской области видам берёз относятся: берёза белокитайская, б. карельская б. бумажная, б. вишнёвая, б. ильмолистная, б. тополелистная, б. маньчжурская, б. железная, б. далекарлийская. Показаны количественные характеристики высаженных на лесокультурную площадь саженцев, особенностях роста гибридных растений берёз, а также берёз, полученных при разных вариантах скрещивания. Полученные в ходе многолетних исследований результаты имеют как теоретическое, так и практическое значение для лесоведения в нашем регионе. В частности, дополнена концепция соматического гетерозиса для разнонаправленных гибридов при внутривидовых и межвидовых скрещиваниях, а также получен обширный растительный материал разного генетического происхождения.

Ключевые слова: биоресурсная коллекция, интродукция, род Берёза, рост в высоту, гибридизация, системы размножения.

FORMATION OF THE SPECIES AND BREEDING COMPOSITION OF THE GENUS BETULA L. EX SITU IN THE VORONEZH REGION

Boltnev I.A., postgraduate student of the Department of Forest Genetics and Biotechnology G.F. Morozov Voronezh State Forestry University, Russia, Voronezh

Koltunova L.I., postgraduate student of the Department of Forest Genetics and Biotechnology FGBOU VO "G.F. Morozov Voronezh State Forestry University", Russia, Voronezh

Isakov I.Yu., Dr. of Agr. Sci., Professor of the Department of Forest Genetics and Biotechnology, FGBOU VO "G.F. Morozov Voronezh State Forestry University", Russia, Voronezh

Abstract. The article provides data on the formation, features of planting, species composition, and some results of studying the bioresource collection (BC) of birches; the goals and objectives of creating three bioresource collection objects of birch species and breeding forms in the Voronezh Region. In the conditions of this experiment, the species of birches introduced to the conditions of the Voronezh region include: *Betula leucoderma*, *B. karelica*, *B. papyrifera*, *B. cerasifera*, *B. salicifolia*, *B. populiifolia*, *B. mandshurica*, *B. ferruginea*, and *B. dalekarliensis*. The article presents quantitative characteristics of seedlings planted in a forest area, as well as the growth patterns of hybrid birch plants and birches obtained through different types of crossbreeding. The results obtained during many years of research are of both theoretical and practical importance for forestry in our region. In particular, the concept of somatic heterosis for multidirectional hybrids in intraspecific and interspecific crosses has been supplemented, and extensive plant material of various genetic origins has been obtained.

Keywords: bioresource collection, introduction, genus *Betula*, height growth, hybridization, and reproduction systems.

Введение. Одной из главных задач, связанных с развитием лесного хозяйства и выполнения лесами экосистемных функций, а также сохранения биоразнообразия на нашей планете, является воспроизводство лесных ресурсов. Создание биологических коллекций растительных (и лесных) ресурсов относится к приоритетным задачам развития Российской Федерации. Согласно Статье 13 ФЗ «О биоресурсных центрах ...» (3), к основным типам биологических (биоресурсных) коллекций относятся: 3. коллекции растений, в том числе коллекции генетических ресурсов растений, гербарные коллекции.

При изучении живого разнообразия большую роль играют биоресурсные коллекции – систематизированные хранилища биологического материала в любых комбинациях и формах, а также для документирования разнообразия живых организмов (1, 2).

Цель исследования. С целью изучения роста, развития, внутривидовой и межвидовой гибридизации в роде Берёза созданы следующие объекты Единого Генетико-Селекционного Комплекса (ЕГСК).

Материалы и методы исследования. 1. Опытные культуры берёзы первого поколения (семенного происхождения).

В качестве отцовских растений (опылителей) использовались виды: берёза бумажная (*Betula papyrifera* Marsh.), берёза маньчжурская (*Betula mandschurica* (Reg.) Nak.), берёза бело-китайская (*Betula albos-sinensis* Burk.), берёза вишневая (*Betula lenta* L.), берёза железная (*Betula ermanii* Cham.). Пыльца берёзы бумажной и берёзы вишнёвой была собрана с деревьев, растущих в Ботаническом саду имени Б.М. Козо-Полянского Воронежского государственного университета. Кроме того, испытывалось семенное потомство от свободного опыления нескольких морфотипов берёзы повислой: трёх далекарлийских (разрезнолистных), одна тёмнокорая форма и одна - карликовая. Возраст испытательных культур в настоящее время – 44 года. Количество – 1570 деревьев.

2. Опытные культуры берёзы второго поколения (Семилукский лесопитомник).

Местонахождение – Семилукский район Воронежской области, Семилукский лесопитомник. Гибридизация и самоопыление проведены весной 1992 года в испытательных культурах берёзы первого поколения (созданы семенами от самоопыления, свободного опыления и гибридизации деревьев берёзы повислой и б. пушистой, созданных в Воронежском государственном природном биосферном заповеднике им. В.М. Пескова в 1983 году). Семена были посеяны весной 1993 года. Пересадка сеянцев на лесокультурной площади Семилукского лесопитомника – 27 июня 1995 года. Первые учёты и замеры в высоту – 04 июля 1995 года. Опыт заложен в трёх рендомизированных повторностях, всего 149 вариантов. Общее количество деревьев – 3436.

Происхождение деревьев: 1. Гибриды между местными видами берёз, прямые и обратные скрещивания - 25 вариантов;

2. Гибриды между местными и интродуцированными видами берёз, прямые скрещивания - 31 вариант;

3. Семьи, полученные при принудительном самоопылении и свободном опылении местных видов берёз - 61 вариант;

4. Семьи деревьев берёзы, отобранных по фенотипу (нестандартная сексуализация, каповые формы б. пушистой, декоративный лист, темная кора, быстрорастущие формы) – от свободного и самоопыления – 32 варианта.

3 Испытательные культуры берёзы второго поколения (урочище Князево).

Местонахождение – Рамонский район Воронежской области, вблизи с. Князево. В испытательных культурах у с. Князево произрастает 1139 деревьев берёзы.

Цель создания – 1. Изменчивость роста и развития семей и отдельных деревьев при смене способа опыления: а) берёза пушистая – 55 семей; б) берёза повислая – 25 семей; в) межвидовые гибриды – 44 семьи;

2. Изучение взаимодействия генотип – среда одинаковых генотипов берёз в разных экологических условиях – объекты F_1 и F_2 .

Интродуцированные виды берёзы: б. бело-китайская, б. тополелистная, б. маньчжурская, б. вишневая, б. ильмолистная, б. даурская, б. карельская разных жизненных форм; формы – б. пушистая - каповая, аномальная (репродуктивный гетерозис); б. повислая – рассеченолистная (далекарлийская), б. карельская белорусского происхождения, б. повислая белорусского происхождения.

Результаты исследования и их обсуждение. Одним из результатов изучения роста гибридов берёз по сравнению с контролем служит показанная на рис. 1 изменчивость этого признака в условиях Центрально-Чернозёмного региона (первое поколение скрещивания).

Из рисунка видно, что гибридные растения вариантов скрещивания на основе местного вида – берёзы повислой, не превышали рост контрольных семей. Это говорит о большей перспективности использования обратного варианта скрещивания – пыльцы б. повислой в качестве донора при искусственной гибридизации.

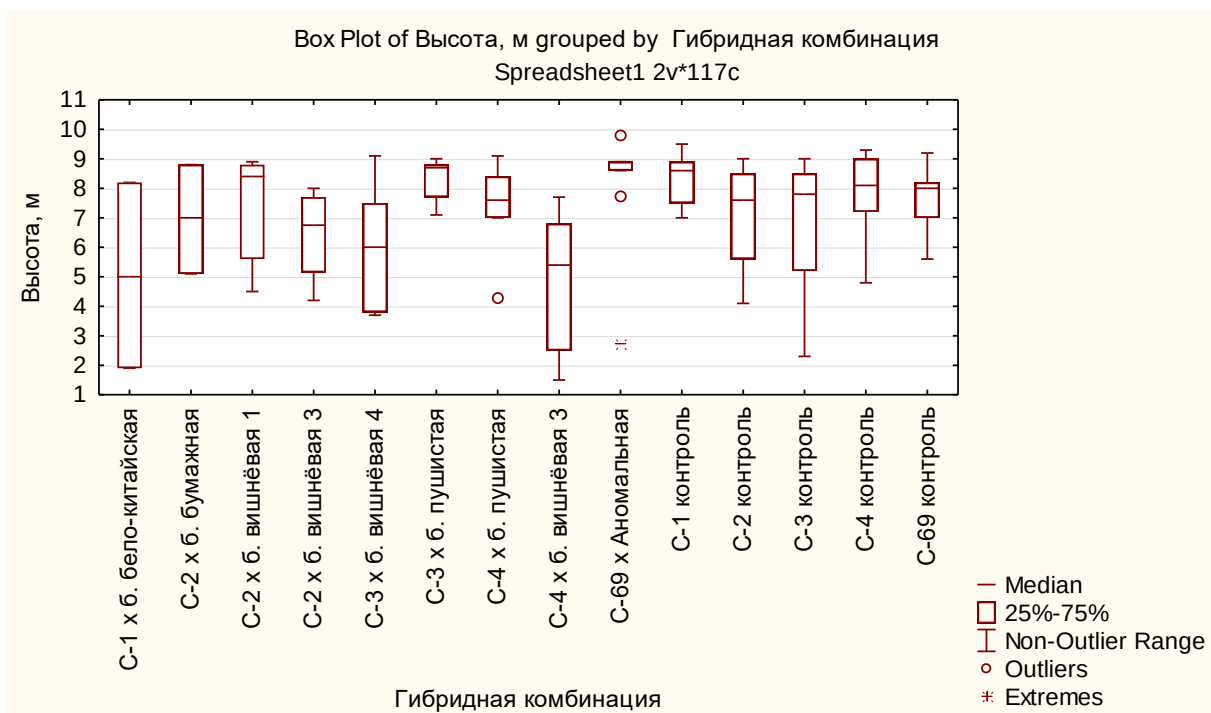


Рисунок 1 - Средние значения признака рост в высоту у гибридных семей и контроля берёзы повислой первого поколения

Список литературы

1. Информационная система по биоресурсным коллекциям институтов ФАНО России / С. А. Лашин, Д. А. Афонников, М. А. Генаев, Ф. В. Казанцев, Е. Г. Комышев, Е. А. Ощепкова, А. В. Петров, Д. А. Рассказов, А. А. Смирнова, Н. А. Колчанов // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – 22(3):386393. – DOI 10.18699/VJ18.360.

2. Kamenski P. A., Sazonov A. E., Fedyanin A. A., Sadovnichy V. A. // Biological collections: Chasing the ideal. Acta Naturae. – 2016. – 8(2):69.

3. Федеральный закон от 30 ноября 2024 г. № 428-ФЗ "О биоресурсных центрах и биологических (биоресурсных) коллекциях и о внесении изменений в статью 29 Федерального закона "О животном мире". – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/410924094/> (дата обращения 16.02.2026 г.).

References

1. Informacionnaya sistema po bioresursny`m kollekciyam institutov FANO Rossii / S. A. Lashin, D. A. Afonnikov, M. A. Genaev, F. V. Kazancev, E. G. Komy`shev, E. A. Oshhepkova, A. V. Petrov, D. A. Rasskazov,

A. A. Smirnova, N. A. Kolchanov // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. – 2018. – 22(3):386393. – DOI 10.18699/VJ18.360.

2. Kamenski P. A., Sazonov A. E., Fedyanin A. A., Sadovnichy V. A. Biological collections: Chasing the ideal. Acta Naturae. 2016. – 8(2):69.

3. Federal'nyj zakon ot 30 noyabrya 2024 g. № 428-FZ "O bioresursnyx centrax i biologicheskix (bioresursnyx) kollekciyax i o vnesenii izmenenij v stat'yu 29 Federal'nogo zakona "O zhivotnom mire". – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/410924094/> (data obrashheniya 16.02.2026 g.).

АНАЛИЗ ФЛОРЫ ИССЛЕДУЕМОГО УЧАСТКА В НАУРСКОМ РАЙОНЕ (ДЕГРАДИРОВАННЫЕ ЗЕМЛИ) ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Ирисханова З.И., к.б.н., доцент, и.о. декана биолого-химического факультета, заведующий кафедрой ботаники, зоологии и биоэкологии

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет

им. А.А. Кадырова», Россия, г. Грозный

Алдамов Р.Р., магистр 1-го курса биолого-химического факультета

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет

им. А.А. Кадырова», Россия, г. Грозный

Махамаева З.З., студентка 2-го курса биолого-химического факультета

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет

им. А.А. Кадырова», Россия, г. Грозный

Аннотация. В настоящем сообщении даны систематический, географический анализы, анализ распределения видов по флористическим районам растений Чеченской Республики, а также анализ встречаемости и народно-хозяйственное значение видов произрастающих на территории Наурского района (деградированные земли) Чеченской Республики.

Приводится полный список видов, встречающихся на данном участке. Анализ приведен на основе полевых наблюдений и обработки гербарных материалов и проведенных авторами.

В данной статье представлены результаты флористического исследования разнообразия видов растений исследуемой территории. Было обнаружено, что на исследуемой территории произрастает 84 вида сосудистых растений, классифицированных на 76 родов и 37 семейств.

Ключевые слова: Чеченская Республика, Наурский район, деградированные земли, растения, вид, род, семейство, флорценоэлемент, биоморфа, геоэлемент, фитогеографический район, встречаемость, народно-хозяйственное значение.

**ANALYSIS OF THE FLORA OF THE STUDIED SITE
IN THE NAURSKY DISTRICT OF THE CHECHEN REPUBLIC
(DEGRADED LANDS)**

Iriskhanova Z.I., ph.D. (Biology), Associate Professor, Acting Dean
of the Faculty of Biology and Chemistry, Head of the Department of Botany,
Zoology and Bioecology Kadyrov Chechen State University, Russia, Grozny

Aldamov R.R., master of the 1st year Faculty of Biology and Chemistry
Kadyrov Chechen State University, Russia, Grozny

Makhamaeva Z.Z., 2nd year student of the Faculty of Biology and Chemistry
Kadyrov Chechen State University, Russia, Grozny

Abstract. This report provides systematic, ecological, cenotic, biomorphological, geographical analyses and an analysis of the distribution of species by floral regions of plants of the Chechen Republic, as well as an analysis of the occurrence and national economic importance of species growing in the territory of the Naursky district (degraded lands) of the Chechen Republic. A complete list of species found at this site is provided. The analysis is based on field observations and processing of herbarium materials conducted by the authors. This article presents the results of a floristic study of the diversity of plant species in the study area. It was found that 84 species of vascular plants, classified into 76 genera and 37 families, grow in the studied territory.

Keywords: Chechen Republic, Naursky district, degraded lands, plants, species, genus, family, florocenoelement, biomorph, geoelement, phytogeographic region, occurrence, national economic importance.

Введение. Чеченская Республика расположена в умеренном климатическом поясе, что создаёт большое разнообразие флоры. С севера на юг природные зоны сменяются от полупустынь и степей к лесостепям, лесам, а затем к субальпийским и альпийским лугам у снежных вершин.

Наурский район представляет собой равнину, включающую долину реки Терек с древними террасами и часть Притерского песчаного массива. Рельеф слабо расчленён, осадков мало, поэтому водная эрозия развита слабо, однако песчаный массив сильно подвержен ветровой эрозии (дефляции).

Климат района континентальный, засушливый, с резкими колебаниями температур, суховеями и высокой испаряемостью. Зимы мягкие, малоснежные. Среднегодовая температура – около 10-11°C. Осадков выпадает мало (290-480 мм), испаряемость многократно превышает их количество. На песчаном массиве климат особенно суров: лето знойное, часты сильные ветры.

Главная водная артерия – река Терек снежно-ледникового питания. Других постоянных водотоков нет.

Растительность полупустынная: травостой изрежен, преобладают многолетние травы полукустарникового типа и ксерофитные злаки, дающие мало биомассы (основная часть – в корнях). Характерны эфемеры, короткий период вегетации и летняя вегетационная пауза («выгорание») [12].

Цель и задачи исследования. Целью работы является проведение систематического, географического анализов, проведение анализа распределения видов по флористическим районам растений Чеченской Республики, а также анализ встречаемости и народно-хозяйственное значение исследуемых видов растений деградированных земель Наурского района Чеченской Республики

Результаты исследования. При проведении анализов был использован материал, полученный в ходе полевых исследований и наблюдений авторов, а также сведения, полученные при изучении гербарных коллекций «Ботаники, зоологии и биоэкологии» Чеченского государственного университета им. А.А. Кадырова.

Среди исследуемой флоры было выделено 84 видов растений, объединённые в 37 разных семейств, относящихся к 76 родам. Полный перечень представлен в таблице 1. Численное соотношение отображено на рисунке 1 и 2.

Таблица 1 – Систематический спектр видов участка деградированных земель Наурского района Чеченской Республики

№	Семейство	Число родов	Число родов %	Число видов	Число видов %
1.	<i>Asteraceae</i> – Астровые	11	14 %	12	14 %
2.	<i>Poaceae</i> – Мятликовые	7	9 %	10	11 %
3.	<i>Rosaceae</i> – Розовые	5	6 %	5	6 %
4.	<i>Fabaceae</i> – Бобовые	4	5,2 %	5	6 %
5.	<i>Brassicaceae</i> – Капустные	4	5,2 %	4	4,7 %

6.	<i>Salicaceae</i> – Ивовые	2	2,6 %	4	4,7 %
7.	<i>Scrophulariaceae</i> – Норичниковые	3	3,4 %	3	3,5 %
8.	<i>Lamiaceae</i> – Яснотковые	3	3,4 %	3	3,5 %
9.	<i>Chenopodiaceae</i> – Маревые	3	3,4 %	3	3,5 %
10.	<i>Apiaceae</i> – Сельдерейные	2	2,6 %	2	2,4 %
11.	<i>Rubiaceae</i> – Мареновые	2	2,6 %	2	2,4 %
12.	<i>Malvaceae</i> – Мальвовые	2	2,6 %	2	2,4 %
13.	<i>Solanaceae</i> – Паслёновые	2	2,6 %	2	2,4 %
14.	<i>Cyperaceae</i> – Осоковые	2	2,6 %	2	2,4 %
15.	<i>Asclepiadaceae</i> – Ластовневые	2	2,6 %	2	2,4 %
16.	<i>Euphorbiaceae</i> – Молочайные	1	1,3 %	2	2,4 %
17.	<i>Plantaginaceae</i> – Подорожниковые	1	1,3 %	1	1,2 %
18.	<i>Boraginaceae</i> – Бурачниковые	1	1,3 %	1	1,2 %
19.	<i>Typhaceae</i> – Рогозовые	1	1,3 %	1	1,2 %
20.	<i>Lythraceae</i> – Дербенниковые	1	1,3 %	1	1,2 %
21.	<i>Dipsacaceae</i> – Ворсянковые	1	1,3 %	1	1,2 %
22.	<i>Moraceae</i> – Тутовые	1	1,3 %	1	1,2 %
23.	<i>Tamaricaceae</i> – Гребенщиковые	1	1,3 %	1	1,2 %
24.	<i>Cannabaceae</i> – Коноплёвые	1	1,3 %	1	1,2 %
25.	<i>Fagaceae</i> – Буковые	1	1,3 %	1	1,2 %
26.	<i>Equisetaceae</i> – Хвощёвые	1	1,3 %	1	1,2 %
27.	<i>Ranunculaceae</i> – Лютиковые	1	1,3 %	1	1,2 %
28.	<i>Berberidaceae</i> – Барбарисовые	1	1,3 %	1	1,2 %
29.	<i>Onagraceae</i> – Кипрейные	1	1,3 %	1	1,2 %
30.	<i>Elaeagnaceae</i> – Лоховые	1	1,3 %	1	1,2 %
31.	<i>Zygophyllaceae</i> – Парнолистниковые	1	1,3 %	1	1,2 %
32.	<i>Aceraceae</i> – Кленовые	1	1,3 %	1	1,2 %
33.	<i>Rhamnaceae</i> – Крушиновые	1	1,3 %	1	1,2 %
34.	<i>Aprocytaceae</i> – Кутровые	1	1,3 %	1	1,2 %
35.	<i>Polygonaceae</i> – Гречишные	1	1,3 %	1	1,2 %
36.	<i>Caryophyllaceae</i> – Гвоздичные	1	1,3 %	1	1,2 %
37.	<i>Hyacinthaceae</i> – Гиацинтовые	1	1,3 %	1	1,2 %
Итого:		76	100 %	84	100 %

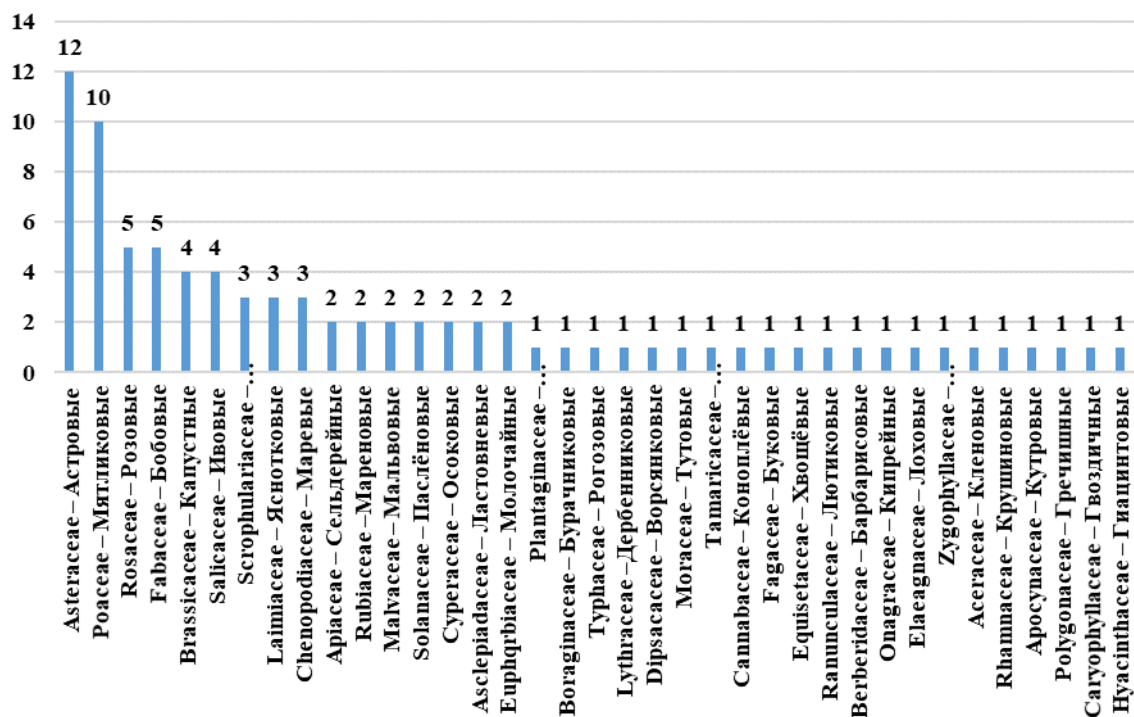


Рисунок 1 – Состав семейств видов участка деградированных земель Наурского района Чеченской Республики

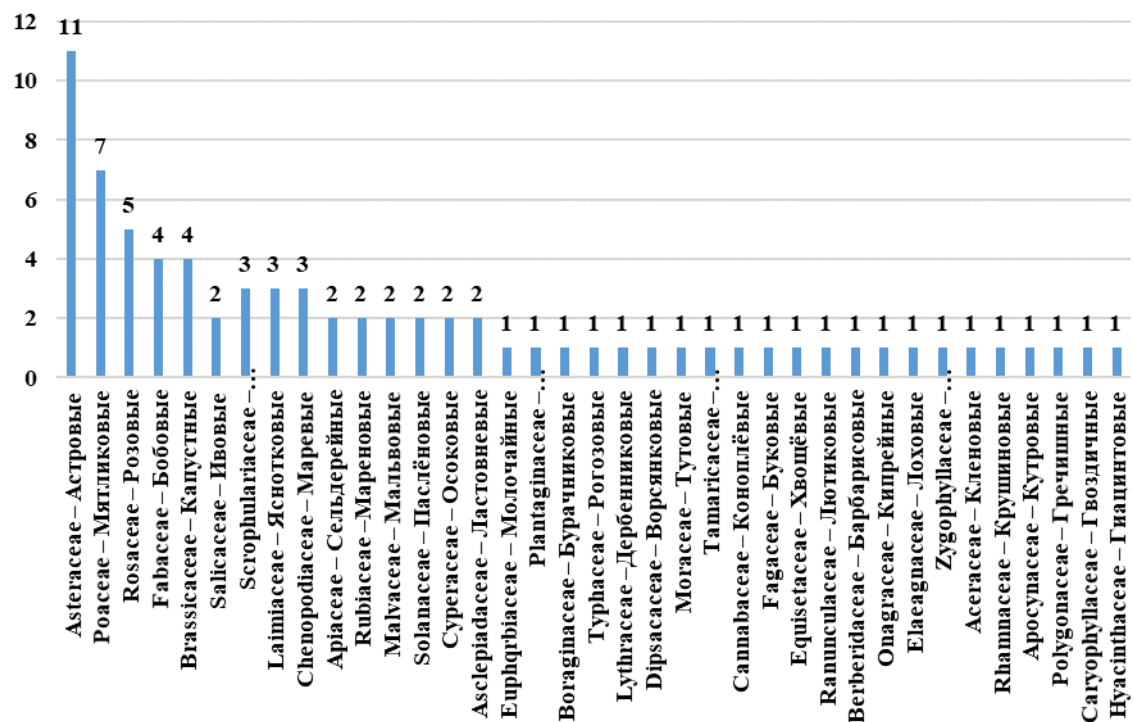


Рисунок 2 – Родовой состав видов участка деградированных земель Наурского района Чеченской Республики

Основой географического анализа является составление спектра географических элементов исследуемой флоры. В исследуемой флоре нами

выделено 15 географических элементов [11, 15]. Географический спектр исследуемого семейства приведён в таблице 3.

Палеарктический геоэлемент насчитывает 24 вида (28,5 %): *Inula helenium* L. – Девясил высокий, *Daucus carota* L. – Морковь дикая, *Cichorium inthybus* L. – Цикорий обыкновенный, *Althaea officinalis* L. – Алтей лекарственный, *Datura stramonium* L. – Дурман обыкновенный, *Tithymalus esulus* (L.) Gaertn. (*Euphrasia esula* L.) – Молочай острый, *Rosa corymbifera* Borkh - Шиповник щитконосный, *Lythrum salicaria* L. – Дербенник иволистный, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth – Вейник наземный, *Epilobium hirsutum* L. – К. шерстистый, *Sisymbrium loeselii* L. – Гулявник Лёзелиев, *Lycopus europaeus* L. – Зюзник европейский, *Lithospermum officinale* L. – Воробейник лекарственный, *Eupatorium cannabinum* L. – Посконник коноплевидный, *Carduus nutans* L. – Чертополох поникающий, *Onopordum acanthium* L. – Татарник колючий, *Stipa capillata* L. – Ковыль волосатик и др.

Европейский геоэлемент насчитывает 9 видов (10,7 %): *Quercus robur* L. (*Quercus pedunculata* Ehrh.) – Дуб черешчатый (сильный), *Arctium nemorosum* Lej. – Лопух дубравный, *Physalis alkekengi* L. – Физалис обыкновенный, *Physalis alkekengi* L. – Физалис обыкновенный, *Stachys germanica* L. – Чистец германский, *Berberis vulgaris* L. – Барбарис обыкновенный, *Linaria genistifolia* (L.) Mill. (*Linaria pontica* Kuprian.) – Лянянка дроколистная, *Verbascum phlomoides* L. – Коровяк лекарственный, *Salix acutifolia* Willd. – Ива туполистная.

Субтуранский геоэлемент насчитывает 6 видов (7,14 %): *Stipa lessingiana* Trin.et Rupr. – Ковыль Лессинга, *Tithymalus seguierianus* (Neck.) Prokh. (*Euphrasia seguieriana* Neck.)– Молочай Сегьеров, *Leymus sabulosus* (Bieb.) Tzvel. (*Elymus sabulosus* Bieb.) – Колосняк шиловидный, *Agriophyllum squarrosum* (L.) Moq. (*Agriophyllum arenarium* Bieb. ex C.A. Mey.) – Кумарчик оттопыренный, *Syrenia siliculosa* (Bieb.) Andrz. – Сирения стручковая, *Melilotus polonicus* (L.) Pall. (*Melilotus caspius* Grun.) –Донник каспийский

Понтическо-Южносибирский геоэлемент включает 6 видов (7,14 %): *Cirsium ciliatum* (Murr.) Moench – Бодяк реснитчатый, *Scabiosa ochroleuca* L. – Скабиоза бледно-жёлтая, *Trachomitum sarmatiense* Woodson – Кендырь сарматский, *Agropyron sibiricum* (Willd.) Beauv. (*Agropyron fragile* (Roth) P.Gandardy) – Ж. сибирский, *Artemisia austriaca* Jacq. – Полынь австрийская, *Galium ruthenicum* Willd. – Подмаренник русский, *Carex colchica* J. Gay – Осока колхидская.

Общедревнесредиземноморский включает 5 видов (5,95 %): *Elaeagnus angustifolia* L. – Лох узколистый, *Tribulus terrestris* L. – Якорцы стелющиеся, *Botriochloa ischaemum* (L.) Keng (*Andropogon ischaemum* L.) – Бородач кровеостанавливающий, *Medicago minima* (L.) Bartalini – Люцерна мелкая, *Ceratocarpus arenarius* L. – Рогоплодник песчаный.

Плюрирегиональный геоэлемент насчитывает 4 вида (%): *Abutilon theophrasti* Medik. – Канатник Теофраста, *Typha angustifolia* L. – Рогоз узколистый и др.

Понтический геоэлемент включает 4 вида (4,76 %): *Centaurea diffusa* Lam. – Василёк раскидистый, *Artemisia tschemieviana* Bess. – Полынь Черняева, *Asperula graveolens* Bieb. ex Schult. et Schult. fil. – Ясменник пахучий.

Голарктический геоэлемент включает 4 вида (3,57 %): *Equisetum ramosissimum* Desf. – Хвощ ветвистый, *Thalictrum minus* L. – Василисник малый, *Humulus lupulus* L. – Хмель обыкновенный, *Koeleria cristata* (L.) Pers. (*Koeleria gracilis* Pers.) – Тонконог гребенчатый.

Евро-Кавказский геоэлемент включает 3 вида (%): *Prunus spinosa* L. – Слива колючая (Тёрн), *Agrimonia eupatoria* L. – Репейничек аптечный, *Alyssum calycinum* L. (*Alyssum alyssoides* (L.) L.) – Бурачок чашечковый.

Туранский геоэлемент включает 3 вида (3,57 %): *Medicago caerulea* Less, ex Ledeb. – Люцерна голубая, *Asrtagalus lehmannianus* Bunge – Астрагал Леманна, *Calligonum aphyllum* (Pall.) Guerke – Джужгун безлистный.

Адвентивный геоэлемент насчитывает 3 вида (3,57 %): *Xanthium spinosum* L. – Дурнишник колючий, *Negundo aceroides* Moench (*Acer negundo* L.) – Негундо клёновидный, *Morus alba* L. – Шелковица белая.

Субсредиземноморский геоэлемент включает 2 вида (2,38 %): *Cynanchum acutum* L. – Цинанхум острый, *Muscari neglectum* Guss. (*Muscari muscarimi* Medik.; *Muscari racemosum* (L.) Mill.) – Мышиный гиацинт незамеченный.

Западнодревнесредиземноморский геоэлемент включает 2 вида (2,38 %): *Periploca graeca* L. – Обвойник греческий, *Glycyrrhiza echinata* L. – Солодка щетинистая.

Востонодревнесредиземноморский геоэлемент включает 2 вида (2,38 %): *Tamarix ramosissima* Ledeb. – Гребенщик многоветвистый, *Koeleria caucasica* (Domin) B.Fedtsch. – Тонконог кавказский.

Панбореальный геоэлемент включает 1 вид (1,19 %): *Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla (*Scirpus lacustris* L.) – Шеноплектус озёрный.

Субкавказский геоэлемент включает 1 вид (1,19 %): *Libanotis transcaucasica* Schischk. (*Seseli libanotis* (L.) Koch) – Порезник кавказский.

Ирано-Туранский геоэлемент включает 1 вид (1,19 %): *Rhamnus pallasii* Fisch. et C.A. Mey. – Жостер Палласа.

Предкавказский геоэлемент включает 1 вид (1,19 %): *Isatis sabulosa* Stev. ex Ledeb. – Вайда песчаная.

Эукавказский геоэлемент включает 1 вид (1,19 %): *Senecio Schischkinianus* Sof. – Крестовник Шишкина.

Средиземноморский геоэлемент включает 1 вид (1,19 %): *Veronica praecox* AIL – Вероника ранняя.

Кавказский геоэлемент включает 1 вид (1,19 %): *Pyrus caucasica* Fed. – Груша кавказская [13].

Таблица 2 – Географический анализ видов растений деградированных земель Наурского района Чеченской Республики

№	Геоэлемент	Количество видов	%
1.	Палеарктический	24	28,5
2.	Европейский	9	10,7
3.	Субтуранский	6	7,14
4.	Понтическо-Южносибирский	6	7,14
5.	Общедревнесредиземноморский	5	5,95
6.	Плюрирегиональный	4	4,76
7.	Понтический	4	4,76
8.	Голарктический	4	4,76
9.	Евро-Кавказский	3	3,57
10.	Туранский	3	3,57
11.	Адвентивный	3	3,57
12.	Субсредиземноморский	2	2,38
13.	Западнодревнесредиземноморский	2	2,38
14.	Восточнодревнесредиземноморский	2	2,38
15.	Панбореальный	1	1,19
16.	Субкавказский	1	1,19
17.	Ирано-Туранский	1	1,19
18.	Предкавказский	1	1,19
19.	Эукавказский	1	1,19
20.	Средиземноморский	1	1,19
21.	Кавказский	1	1,19
ИТОГО:		84	100

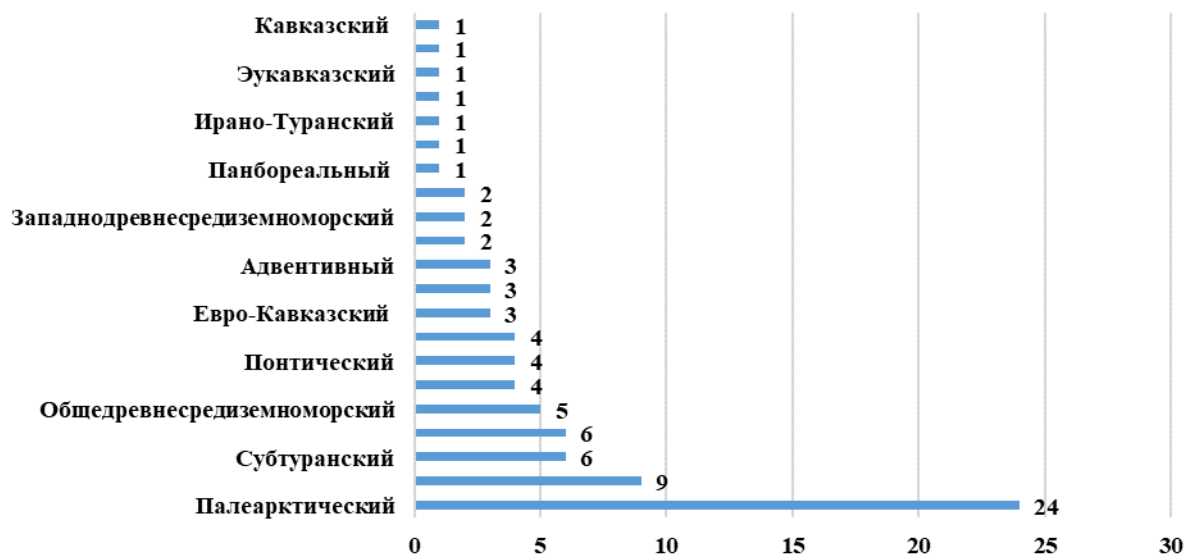


Рисунок 3 – Геоэлементы деградированных земель Наурского района Чеченской Республики



Eupatorium cannabinum L. –
Посконник коноплевидный [1]



Pyrus caucasica Fed. –
Груша кавказская [2]

Касательно фитогеографического районирования территория Чеченской Республики разделяется на 4 провинции – Понтическую, Туранскую, Кавказскую и Дагестанскую. Эти провинции объединяют 11 районов, каждый из которых характеризуется собственной комплектацией исследуемых видов

[13]. Распределение районов по провинциям и процентное соотношение растений представлено в таблице 3. На карте представлено географическое расположение районов.

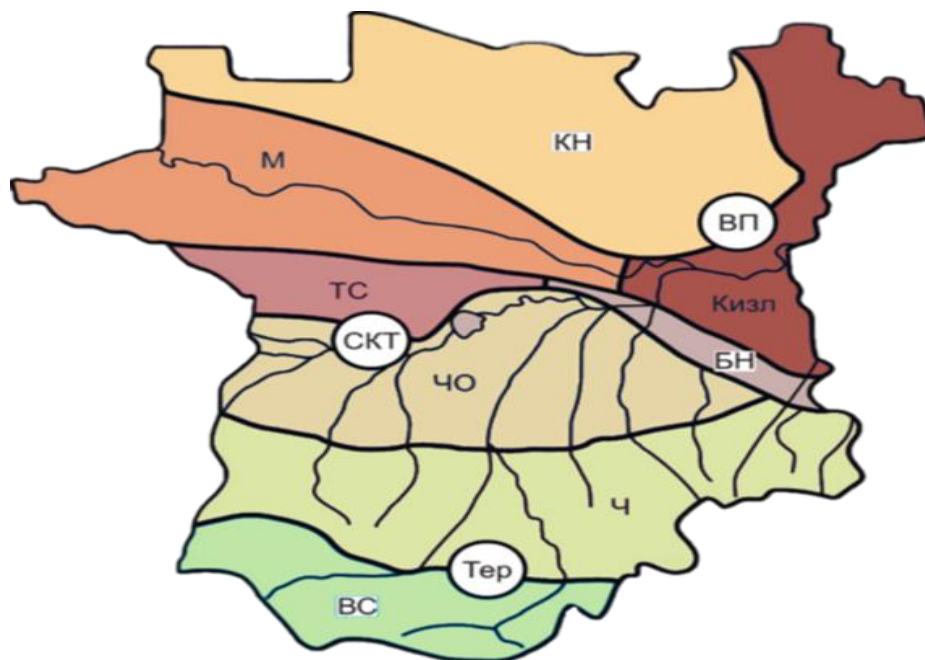


Рисунок 4 – Карта-схема флористического районирования Чеченской Республики

Моздокский район включает 64 вида (13 %): *Prunus spinosa* L. – Слива колючая (Тёрн), *Inula helenium* L. – Девясил высокий, *Daucus carota* L. – Морковь дикая, *Cirsium ciliatum* (Murr.) Moench – Бодяк реснитчатый, *Cichorium inthybus* L. – Цикорий обыкновенный, *Agrimonia eupatoria* L. – Репейничек аптечный, *Xanthium spinosum* L. – Дурнишник колючий, *Plantago major* L. – Подорожник большой, *Typha angustifolia* L. – Рогоз узколистный, *Lycopus europaeus* L. – Зюзник европейский, *Elaeagnus angustifolia* L. – Лох узколистный, *Centaurea diffusa* Lam. – Василёк раскидистый и др.

Восточно-Предкавказский район включает 63 видов (13 %): *Inula helenium* L. – Девясил высокий, *Daucus carota* L. – Морковь дикая, *Cirsium ciliatum* (Murr.) Moench – Бодяк реснитчатый, *Cichorium inthybus* L. – Цикорий обыкновенный, *Periploca graeca* L. – Обвойник греческий, *Equisrtum ramosissimum* Desf. – Хвощ ветвистый, *Agrimonia eupatoria* L. – Репейничек аптечный, *Althaea officinalis* L. – Алтей лекарственный и др.

Брагуно-Новолакский район включает 61 видов (13 %): *Prunus spinosa* L. – Слива колючая (Тёрн) , *Inula helenium* L. – Девясил высокий, *Daucus carota* L. – Морковь дикая, *Cirsium ciliatum* (Murr.) Moench – Бодяк реснитчатый,

Cichorium inthybus L. – Цикорий обыкновенный, *Periploca graeca* L. – Обвойник греческий и др.

Средне-Кумско-Терский район включает 56 видов (12 %): *Crataegus monogyna* Jacq. – Боярышник однопестичный, *Inula helenium* L. – Девясил высокий, *Daucus carota* L. – Морковь дикая, *Cirsium ciliatum* (Murr.) Moench – Бодяк реснитчатый, *Xanthium spinosum* L. – Дурнишник колючий, *Plantago major* L. – Подорожник большой, *Abutilon theophrasti* Medik. – Канатник Теофраста, *Datura stramonium* L. – Дурман обыкновенный и др.

К Терскому району относится 34 вида (7 %): *Crataegus monogyna* Jacq. – Боярышник однопестичный, *Inula helenium* L. – Девясил высокий, *Agrimonia eupatoria* L. – Репейничек аптечный, *Plantago major* L. – Подорожник большой, *Datura stramonium* L. – Дурман обыкновенный, *Stachys germanica* L. – Чистец германский, *ithymalus esulus* (L.) Gaertn. (*Euphrasia esula* L.) – Молочай острый, *Rosa corymbifera* Borkh – Шиповник щитконосный др.

Кизлярский район включает 34 видов растений (7 %): *Agrimonia eupatoria* L. – Репейничек аптечный, *Plantago major* L. – Подорожник большой, *Datura stramonium* L. – Дурман обыкновенный, *Physalis alkekengi* L. – Физалис обыкновенный, *Stachys germanica* L. – Чистец германский, *Sisymbrium loeselii* L. – Гулявник Лёзелиев, *Lycopus europaeus* L. – Зюзник европейский и др.

Чечено-Осетинский район включает 33 вида (7 %): *Prunus spinosa* L. – Слива колючая (Тёрн), *Inula helenium* L. – Девясил высокий, *Periploca graeca* L. – Обвойник греческий, *Agrimonia eupatoria* L. – Репейничек аптечный, *Plantago major* L. – Подорожник большой, *Datura stramonium* L. – Дурман обыкновенный, *Stachys germanica* L. – Чистец германский, *Rosa corymbifera* Borkh – Шиповник щитконосный, *Lythrum salicaria* L. – Дербенник иволистный, *Glycyrrhiza echinata* L. – Солодка щетинистая и др.

Кара-Ногайский район включает 32 вида (6 %): *Prunus spinosa* L. – Слива колючая (Тёрн), *Inula helenium* L. – Девясил высокий, *Agrimonia eupatoria* L. – Репейничек аптечный, *Plantago major* L. – Подорожник большой, *Datura stramonium* L. – Дурман обыкновенный, *Stachys germanica* L. – Чистец германский, *Rosa corymbifera* Borkh – Шиповник щитконосный, *Lythrum salicaria* L. – Дербенник иволистный, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth – Вейник наземный, *Epilobium hirsutum* L. – К. шерстистый, *Sisymbrium loeselii* L. – Гулявник Лёзелиев и др.

Терско-Сунженский район включает 31 видов (6 %): *Prunus spinosa* L. – Слива колючая (Тёрн), *Plantago major* L. – Подорожник большой, *Datura*

stramonium L. – Дурман обыкновенный, *Stachys germanica* L. – Чистец германский, *Rosa corymbifera* Borkh – Шиповник щитконосный, *Tribulus terrestris* L.–Якорцы стелющиеся и др.

Чеченский район включает 29 видов (6,25 %): *Prunus spinosa* L. – Слива колючая (Тёрн), *Inula helenium* L. – Девясил высокий, *Arctium nemorosum* Lej. – Лопух дубравный, *Agrimonia eupatoria* L, – Репейничек аптечный, *Plantago major* L. – Подорожник большой, *Datura stramonium* L. – Дурман обыкновенный, *Stachys germanica* L. – Чистец германский, *Rosa corymbifera* Borkh - Шиповник щитконосный, *Lythrum salicaria* L. – Дербенник иволистный, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth – Вейник наземный, *Epilobium hirsutum* L. – К. Шерстистый и др.

К **Верхне-Сунженскому району** относят 27 видов (5,8 %): *Prunus spinosa* L. – Слива колючая (Тёрн), *Inula helenium* L. – Девясил высокий, *Agrimonia eupatoria* L, – Репейничек аптечный, *Plantago major* L. – Подорожник большой, *Datura stramonium* L. – Дурман обыкновенный, *Stachys germanica* L. – Чистец германский, *Rosa corymbifera* Borkh – Шиповник щитконосный, *Lythrum salicaria* L. – Дербенник иволистный, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth – Вейник наземный и др. [13].

Таблица 3 – Фитогеографический анализ растений деградированных земель Наурского района Чеченской Республики

Провинция	Район	Кол-во растений	% от общего числа
Понтийская	Моздокский	64	13 %
Туранская	Кара-Ногайский	32	6 %
	Кизлярский	34	7 %
	Восточно-Предкавказский	63	13 %
Кавказская	Терско-Сунженский	31	6 %
	Чечено-Осетинский	33	7 %
	Средне-Кумско-Терский	56	12 %
	Чеченский	29	6,25 %
	Верхне-Сунженский	27	5,8 %
	Терский	34	7 %
Дагестанская	Брагуно-Новолакский	61	13 %
ИТОГО		464	100 %

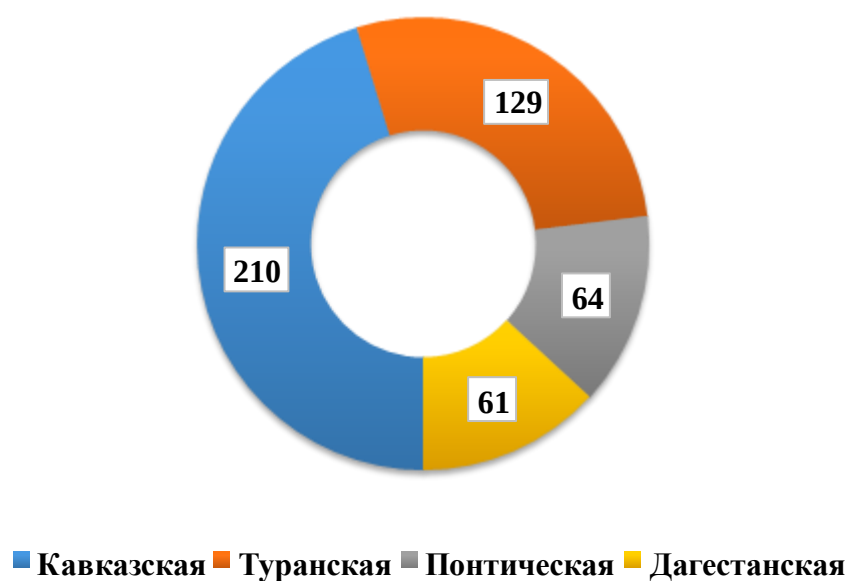


Рисунок 5 – Количественное распределение видов растений деградированных земель Наурского района Чеченской Республики по флористическим провинциям

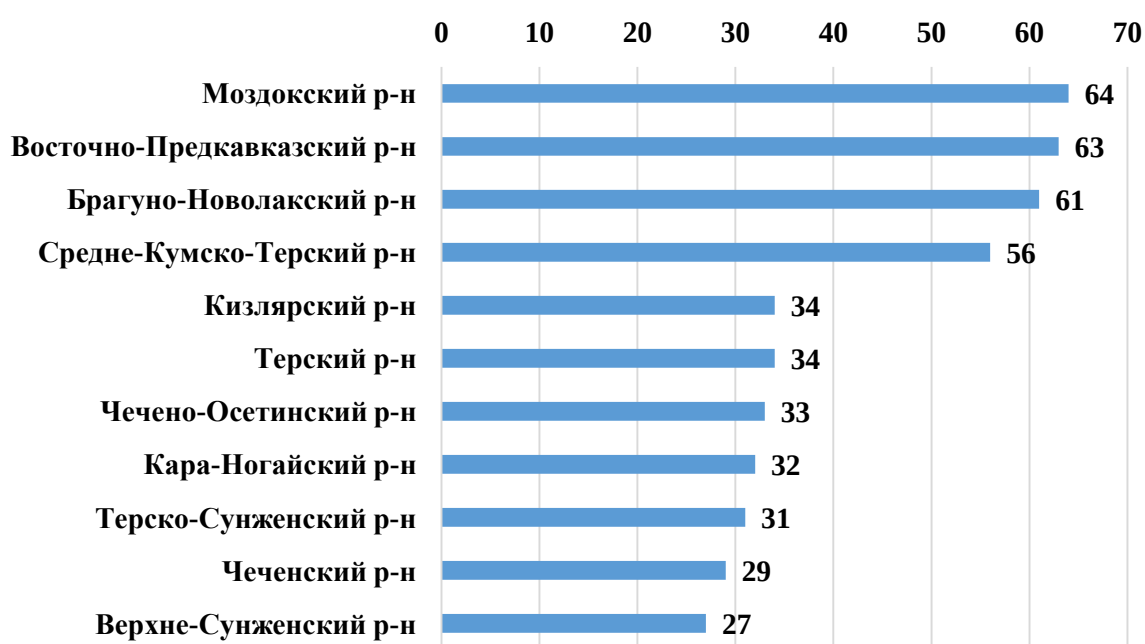


Рисунок 6 – Количественное распределение видов растений деградированных земель Наурского района Чеченской Республики по флористическим районам

Анализ встречаемости видов растений деградированных земель Наурского района Чеченской Республики.

Обычно встречаются 46 видов, это такие как: *Prunus spinosa* L. – Слива колючая (Тёрн), *Pyrus caucasica* Fed. – Груша кавказская, *Inula helenium* L. – Девясил высокий, *Daucus carota* L. – Морковь дикая, *Cichorium inthybus* L. – Цикорий обыкновенный, *Quercus robur* L. (*Quercus pedunculata* Ehrh.) – Дуб черешчатый (сильный), *Equisrtum ramosissimum* Desf. – Хвощ ветвистый, *Agrimonia eupatoria* L, – Репейничек аптечный, *Xanthium spinosum* L. – Дурнишник колючий, *Plantago major* L. – Подорожник большой и др.

Рассеянно встречаются 27 видов: *Crataegus monogyna* Jacq. – Боярышник однопестичный, *Cirsium ciliatum* (Murr.) Moench – Бодяк реснитчатый, *Arctium nemorosum* Lej. – Лопух дубравный, *Cynanchum acutum* L. – Цинанхум острый, *Glycyrrhiza echinata* L. – Солодка щетинистая, *Lycopus europaeus* L. – Зюзник европейский и др.

Редко встречаются 6 видов: *Periploca graeca* L. – Обвойник греческий, *Calligonum aphylluin* (Pall.) Guerke – Джузгун безлистный, *Salix acutifolia* Willd. – Ива туполистная.

Очень редко встречается 1 вид: *Asrtagalus lehmannianus* Bunge – Астрагал Леманна.

Доминирует 1 вид: *Botriochloa ischaetum* (L.) Keng (*Andropogon ischaetum* L.) –Бородач кровеостанавливающий [13].

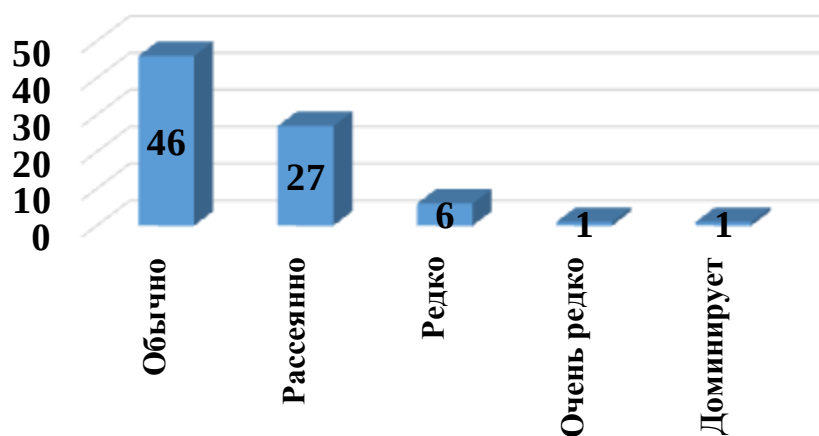


Рисунок 7 – Встречаемость видов растений деградированных земель Наурского района Чеченской Республики



Inula helenium L. –
Девясил высокий [3]



Periploca graeca L. –
Обвойник греческий [4]

Растения играют ключевую роль в народном хозяйстве, обеспечивая разнообразные потребности населения и экономики страны.

Лекарственных видов насчитывается 29: *Populus nigra* L. – Тополь чёрный (Осокорь), *Salix alba* L. – Ива белая, *Syrenia siliculosa* (Bieb.) Andr. – Сирения стручковая, *Onopordum acanthium* L. – Татарник колючий, *Carduus nutans* L. – Чертополох поникающий, *Humulus lupulus* L. – Хмель обыкновенный, *Morus alba* L. – Шелковица белая, *Tamarix ramosissima* Ledeb. – Гребенщик многоветвистый, *Eupatorium cannabinum* L. – Посконник коноплевидный, *Verbascum phlomoides* L. – Коровяк лекарственный, *Libanotis transcaucasica* Schischk. (*Seseli libanotis* (L.) Koch) – Порезник кавказский, *Lithospermum officinale* L. – Воробейник лекарственный, *Elaeagnus angustifolia* L. – Лох узколистный и др.

Медоносных видов 15: *Pyrus caucasica* Fed. – Груша кавказская, *Crataegus monogyna* Jacq. – Боярышник однопестичный, *Cirsium ciliatum* (Murr.) Moench – Бодяк реснитчатый, *Cichorium inthybus* L. – Цикорий обыкновенный, *Arctium nemorosum* Lej. – Лопух дубравный, *Stachys germanica* L. – Чистец германский, *Scabiosa ochroleuca* L. – Скабиоза бледно-жёлтая и др.

К пищевым относятся 8 видов: *Humulus lupulus* L. – Хмель обыкновенный, *Morus alba* L. – Шелковица белая, *Elaeagnus angustifolia* L. – Лох узколистный, *Berberis vulgaris* L. – Барбарис обыкновенный, *Physalis alkekengi* L. – Физалис обыкновенный, *Cichorium inthybus* L. – Цикорий обыкновенный, *Pyrus caucasica* Fed. – Груша кавказская и *Prunus spinosa* L. – Слива колючая (Тёрн).

К **ядовитым** относятся 8 видов: *Lamium amplexicaule* L. – Яснотка стеблеобъемлющая, *Tithymalus seguierianus* (Neck.) Prokh. (*Euphqrbia seguieriana* Neck.)– Молочай Сегиев, *Tribulus terrestris* L.–Якорцы стелющиеся, *Thalictrum minus* L – Василисник малый, *Tithymalus esulus* (L.) Gaertn. (*Euphqrbia esula* L.)– Молочай острый, *Datura stramonium* L. – Дурман обыкновенный, *Xanthium spinosum* L. – Дурнишник колючий и *Inula helenium* L. – Девясил высокий.

К **кормовым** относится 6 видов: *Botriochloa ischaetum* (L.) Keng (*Andropogon ischaetum* L.) – Бородач кровеостанавливающий, *Koeleria cristata* (L.) Pers. (*Koeleria gracilis* Pers.) – Тонконог гребенчатый, *Medicago caerulea* Less, ex Ledeb. – Люцерна голубая и *Melilotus polonicus* (L.) Pall. (*Melilotus caspius* Grun.) –Донник каспийский и др

Декоративных видов 5: *Negundo aceroides* Moench (*Acer negundo* L.) – Негундо клёновидный, *Typha angustifolia* L. – Рогоз узколистный, *Physalis alkekengi* L. – Физалис обыкновенный и *Periploca graeca* L. – Обвойник греческий и др[13].

Охрана растений направлена на сохранение растительного мира. К **гляциальным реликтам** относится 1 вид: *Arctium nemorosum* Lej. – Лопух дубравный. К **ксеротермическим реликтам** также относится 1 вид: *Asrtagalus lehmannianus* Bunge – Астрагал Леманна [13].

Выводы

Среди видов растений исследуемой территории самым многочисленным по видовому содержанию является семейство *Asteraceae* – Астровые (13 видов), на втором месте *Laimiaceae* – Яснотковые (5 видов), на третьем *Malvaceae* – Мальвовые (4 вида) и *Fabaceae* – Бобовые (4 вида), 20 семейств содержат по 1 виду.

По географическому распределению самым населенным является Моздокский (64 вида) и Восточно-Предкавказский (63 вида), наименее населенный – Верхне-Сунженский район, включающий 27 видов.

По результатам географического анализа выделено 21 географических элементов, наибольшее количество видов относится к палеарктическому геоэлементу, насчитывающему 24 вида, на втором месте европейский с 9 видами, по 1 виду относится к семи элементам.

По анализу встречаемости обычно встречаются 46 видов, рассеянно 27, редко 6 видов, очень редко 1 вид, доминирует 1 вид.

Лекарственных видов 29, медоносных 15, пищевых и ядовитых 8, кормовых 6, декоративных 5; к гляциальным и ксеротермическим реликт по 1 виду.

Список литературы

1. Aldamov R. R. 2025. *Eupatorium cannabinum* in iNaturalist.org. – URL: <https://www.inaturalist.org/observations/302019723>.
2. Aldamov R. R. 2025. *Pyrus caucasica* in iNaturalist.org. – URL: <https://www.inaturalist.org/observations/238935757>.
3. Aldamov R. R. 2025. *Inula helenium* L. in iNaturalist.org. – URL: <https://www.inaturalist.org/observations/334943317>.
4. Aldamov R. R. 2025. *Periploca graeca* L. in iNaturalist.org. – URL: <https://www.inaturalist.org/observations/302368750>.
5. Галушко, А. И. Растительный покров Чечено-Ингушетии / А. И. Галушко. – Грозный : Чечено-Ингушское книжное изд-во, 1975. – 118 с.
6. Галушко, А. И. Анализ флоры западной части Центрального Кавказа / А. И. Галушко // Флора Северного Кавказа и вопросы её истории, вып. 1. – Ставрополь, 1976. – С. 5-130.
7. Гвоздецкий, Н. А. Физическая география Кавказа / Н. А. Гвоздецкий. – М. : Издательство МГУ, 1954. – 208 с.
8. Головлёв, А. А. Почвы Чечено-Ингушетии / А. А. Головлёв, Н. М. Головлёва. – Грозный : Чеч.-Инг. издат. полиграф. объединение «Книга», 1990. – 352 с.
9. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 3 / И. А. Губанов, К. В. Киселёва, В. С. Новиков, В. Н. Тихомиров. – М. : Институт технологических исследований, 2004. – 520 с. – С. 51, 165-170.
10. Иванов, А. Л. Анализ флоры Ставрополя / А. Л. Иванов // Вестник Ставропольского государственного ун-та. – Вып. 6. – 1996. – С. 47-57.
11. Иванов, А. Л. Флора Предкавказья и её генезис / А. Л. Иванов. – Ставрополь : Изд-во СГУ, 1998. – 204 с.
12. Каратаев, Л. С. Подбор древесно-кустарниковых пород и их сочетаний для лесозащитных насаждений Наурского района Чеченской Республики / Л. С. Каратаев, Я. С. Гапаев // Тенденции развития науки и образования. – 2017. – № 32-3. – С. 32-36.
13. Умаров, М. У. Конспект флоры Чеченской Республики / М. У. Умаров, М. А. Тайсумов. – Грозный, 2011. – 152 с.
14. Портениер, Н. Н. Система географических элементов флоры Кавказа / Н. Н. Портениер // Ботанический журнал. – 2000. – Т. 85. – № 9. – С. 26-33.
15. Юрцев, Б. А. Основные понятия и термины флористики / Б. А. Юрцев, Р. В. Камелин. – Пермь, 1991. – 80 с.

References

1. Aldamov, R.R. 2025. *Eupatorium cannabinum* in iNaturalist.org. – URL: <https://www.inaturalist.org/observations/302019723>.
2. Aldamov, R.R. 2025. *Pyrus caucasica* in iNaturalist.org. – URL: <https://www.inaturalist.org/observations/238935757>.
3. Aldamov, R.R. 2025. *Inula helenium* L. in iNaturalist.org. – URL: <https://www.inaturalist.org/observations/334943317>.
4. Aldamov, R.R. 2025. *Periploca graeca* L. in iNaturalist.org. – URL: <https://www.inaturalist.org/observations/302368750>.
5. Galushko, A. I. Rastitel'nyj pokrov Checheno-Ingushetii / A. I. Galushko. – Groznyj: Checheno-Ingushskoe knizhnoe izd-vo, 1975. – 118 p.
6. Galushko, A. I. Analiz flory zapadnoj chasti Central'nogo Kavkaza / A. I. Galushko // Flora Severnogo Kavkaza i voprosy eyo istorii, vy`p. 1. – Stavropol', 1976. – P. 5-130.
7. Gvozdeczkij, N. A. Fizicheskaya geografiya Kavkaza / N. A. Gvozdeczkij. – M.: Izdatel'stvo MGU, 1954. – 208 p.
8. Golovlyov, A. A. Pochvy Checheno-Ingushetii / A. A. Golovlyov, N. M. Golovlyova. – Groznyj: Chech.-Ing. izdat. poligraf. ob`edinenie «Kniga». – 1990. – 352 p.
9. Gubanov, I. A. Illyustirovannyj opredelitel rastenij Srednej Rossii. T. 3 / I. A. Gubanov, K. V. Kiseleva, V. S. Novikov, V. N. Tikhomirov. – M.: Institut texnologicheskix issledovanij, 2004. – 520 p. – P. 51, 165-170.
10. Ivanov, A. L. Analiz flory Stavropol'ya / A. L. Ivanov // Vestnik Stavropol'skogo gosudarstvennogo un-ta. – Vy`p. 6. – 1996. – P. 47-57.
11. Ivanov, A. L. Flora Predkavkaz'ya i eyo genezis / A. L. Ivanov. – Stavropol': Izd-vo SGU, 1998. – 204 p.
12. Karataev, L. S. Podbor drevesno-kustarnikovy`x porod i ix sochetanij dlya lesozashhitny`x nasazhdenij Naurskogo rajona Chechenskoj Respubliki / L. S. Karataev, Ya. S. Gapaev // Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya. – 2017. – № 32-3. – C. 32-36.
13. Umarov, M. U. Konspekt flory Chechenskoj Respubliki / M. U. Umarov, M. A. Tajsumov. – Groznyj, 2011. – 152 p.
14. Portenier, N. N. Sistema geograficheskix e`lementov flory Kavkaza / N. N. Portenier // Botanicheskij zhurnal. – 2000. – T. 85. – № 9. – P. 26-33.
15. Yurcev, B. A. Osnovny`e ponyatiya i terminy` floristiki / B. A. Yurcev, R.V. Kamelin. – Perm, 1991. – 80 p.

СУКЦЕССИОННАЯ ДИНАМИКА ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОЙМЕННЫХ ЛЕСОВ С ДОМИНИРОВАНИЕМ КЛЁНА АМЕРИКАНСКОГО

Кирик А.И., к.б.н., доцент каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Попова В.Т., к.б.н., доцент, зав. каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Парахневич Т.М., к.с.-х.н., доцент каф. экологии,
защиты леса и лесного охотоведения ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия,
Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрена проблема изменения фиторазнообразия под влиянием инвазионных видов на примере сообществ с доминированием клёна американского. *Acer negundo* считается одним из самых агрессивных адвентов, в связи с чем его эдификаторное воздействие на лесные фитоценозы определяет высокий интерес исследователей к мониторингу данного процесса. В представленной статье рассмотрена динамика изменения флористического состава пойменного леса на территории заповедника «Галичья гора» за пятнадцатилетний период.

Несмотря на широко распространенное представление о необратимом снижении видового разнообразия в растительных сообществах с доминированием адвентов, приведённые факты свидетельствуют о том, что данные прогнозы не всегда согласуются с реальным состоянием фитоценозов. Присутствие популяции *Acer negundo* значительно не повлияло на общее число видов, в травянистом ярусе в два раза возросло участие видов неморальной эколого-ценотической группы. Высокая сомкнутость крон и интенсивное

возобновление клёна под собственным пологом, хотя и препятствуют внедрению коренных древесных пород, но не являются лимитирующим фактором для развития популяций травянистых растений широколиственных лесов.

Ключевые слова: сукцессия, динамика, флористический состав, пойменные леса, клен американский.

SUCCESSIONAL DYNAMICS OF FLOODPLAIN FORESTS DOMINATED BY *ACER NEGUNDO*

Kirik A.I., PhD in Biological, Associate Professor at the Department of Botany and Dendrology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Popova V.T., PhD, Associate Professor at the Department of Botany and Dendrology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Parakhnevich T.M. PhD in Agriculture, Associate Professor at the Department of Ecology, forest protection and forest hunting Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. This article considers the problem of changes in phytodiversity under the influence of invasive species on the example of communities dominated by *Acer negundo* L. *Acer negundo* is one of the most aggressive adventive species, its edificatory impact on forest communities determines the high level of research interest in monitoring this process. This article examines the dynamics of changes in the floristic composition of a floodplain forest within the "Galichya Gora" Nature Reserve over a fifteen-year period.

Despite the widespread notion of an irreversible decline in species diversity in plant communities dominated by adventive species, the presented facts indicate that these predictions are not always consistent with the actual state of the plant community. Despite the stable presence of *Acer negundo*, the total number of species didn't change significantly. In the herbaceous layer, the participation of species from the nemoral ecological-coenotic group increased twofold. Although the high crown

density and intensive regeneration of *Acer negundo* under its own canopy hinder the introduction of native tree species, this doesn't act as a limiting factor for the development of herbaceous plant populations characteristic of broad-leaved forests.

Keywords: succession, dynamics, floristic composition, floodplain forests, *Acer negundo*.

Введение. Вопросы изменения растительного покрова под влиянием чужеродных видов являются одними из самых актуальных в решении таких глобальных проблем как сохранение биоразнообразия, реализации программ быстрорастущих лесов для снижения содержания парниковых газов (Fast-Growing Forests (FGF) for carbon sequestration). В обзорной статье 2026 года «Глобальные функциональные сдвиги в деревьях, вызванные натурализацией чужеродных видов и вымиранием местных» (Global functional shifts in trees driven by alien naturalization and native extinction) международная группа исследователей отмечает наличие существенных рисков, которые несёт интродукция различных видов деревьев [3]. Наиболее показательным примером в этом контексте служит инвазия клена американского (*Acer negundo*) [1,4,5]. В настоящее время вид обнаружен на территории всей Европы, юге Сибири, Восточной Азии, южной Америки, Австралии, на юге Африки [2]. Некоторые исследователи отмечают черты конкурентноспособности у данного вида [6].

Высокая степень выраженности реактивной стратегии у агрессивных адвентивных видов является ключевым фактором, определяющим их способность к инвазии в новые местообитания. Однако характер их конкурентного воздействия на местные виды не всегда однозначен. *Acer negundo*, обладая широкой экологической амплитудой, практически не встречается в старовозрастных широколиственных лесах. Основные ценопопуляции вида приурочены к антропогенно-трансформированным экотопам или формируются на ранних этапах восстановительных сукцессий.

Цель исследования. Целью проведённого исследования стала верификация предположения о негативном воздействии инвазионного вида *Acer negundo* на видовое богатство лесных сообществ.

Материал и методы исследования. В ходе работы были использованы стандартные методы сбора и анализа данных. Геоботанические описания

проводились на пробных площадках размером 20х20 метров. Расположение пробных площадок представлено на рисунке 1.



Примечания

1, 2, 3, 4, 5, 6 – номера пробных площадок.

 - местоположения пробных площадок 2024 года (№1-3).

 - местоположения пробных площадок 2009 года (№4-6).

Рисунок 1 - Карта расположения пробных площадок

В связи с отсутствием крупных, длительных половодий на левобережной пойме р. Дон на протяжении последних 20 лет в прирусловой части сформировались условия для развития лесной растительности. На начальных этапах автогенно-аллогенной сукцессии доминирующие позиции занимала популяция ивы ломкой (*Salix fragilis*), выполнявшая роль пионерного эдификатора. Ежегодные аллювиальные наносы на прирусловой вал создавали предпосылки для внедрения новых видов в формирующееся сообщество. Основным фактором, способствовавшим инвазии, выступило пространственное положение ценопопуляции *Acer negundo* на правом коренном берегу. Регулярный занос крылаток на левобережье в сочетании с активным аллювиальным процессом, привели к тому, что со временем в прирусловой

пойме сформировались труднопроходимые древесные заросли с высокой плотностью ценопопуляции *Acer negundo*.

Результаты исследования и их обсуждение. Доминирующие виды в различных ярусах, а также основные показатели фиторазнообразия растительного покрова представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные показатели фиторазнообразия пойменного леса

Ярусы	2024 год	2009 год
Ярус А	<i>Acer negundo</i> + <i>Salix fragilis</i>	
Ярус В	<i>Acer negundo</i>	
Ярус С	<i>Chelidonium majus</i> – <i>Galium aparine</i> – <i>Lysimachia nummularia</i>	<i>Bromopsis inermis</i> + <i>Urtica dioica</i>
Видовое богатство	24	24
Среднее обилие <i>Acer negundo</i>	5,6	4,3
Соотношение лесных / лугово-степных эколого-ценотических групп в ярусе С	62,33 / 8,33	33,26 / 33,3

Эдификаторами изучаемых лесных сообществ являются клен американский и ива ломкая. Балл обилия *Acer negundo* (по модифицированной 7-балльной шкале Браун-Бланке) за 15 лет несколько увеличился. Его популяция представлена преимущественно генеративными особями, есть поваленные деревья (результат подвижности субстрата в период половодья), что способствует повсеместному порослевому возобновлению. Именно этот фактор и стал причиной увеличения плотности современной популяции. Однако семенное возобновление популяции затруднено, инвазии деревьев пойменного леса в центральную часть поймы не наблюдается, даже на территории, где введён заповедный режим.

Кустарниковый ярус выражен слабо, он сложен преимущественно подростом доминирующих древесных видов.

Растительный покров травянистого яруса за период наблюдения претерпел самую значительную перестройку. Она выражается не в количественном, а в качественном изменении состава. В 2009 году большую часть леса можно было охарактеризовать как мертвопокровную, с

незначительным участие крапивы, недотроги мелкоцветковой и костреца безостого из лугового сообщества центральной поймы. В 2024 году в травянистом ярусе появились травянистые растения, характерные для широколиственных лесов (дубрав, чёрноольховых лесов): *Aegopodium podagraria*, *Alliaria petiolata*, *Anthriscus sylvestris*, *Galium aparine*, *Geranium sylvaticum*.

Выводы

Проведенное исследование показало, что предположения о необратимом снижении флористического разнообразия под воздействием *Acer negundo* не находят фактического подтверждения. Видовой состав не претерпел за 15 лет количественных изменений. Популяция *Acer negundo* находится в оптимальном состоянии: вид активно растёт в первые 15–30 лет и доживает до 80–100 лет. Он успешно реализует реактивную стратегию, осваивая залежи и нарушенные местообитания. Однако возможности его инвазии в коренные сообщества и занятия в них эдификаторных позиций (что могло бы негативно сказаться на фиторазнообразии) сильно ограничены. Конкурентная способность вида проявляется главным образом в вытеснении лугово-степных видов на начальных этапах сукцессий, чему способствует интенсивное вегетативное возобновление. Однако в условиях сформировавшихся широколиственных лесов долгоживущие эдификаторы (*Acer platanoides* с продолжительностью жизни до 450 лет, *Tilia cordata* — до 800 лет и более) сохраняют устойчивое доминирование, и внедрение *A. negundo* в данные сообщества представляется маловероятным.

Список литературы

1. Erdélyi A. et al. Historical reconstruction of the invasions of four non-native tree species at local scale: a detective work on *Ailanthus altissima*, *Celtis occidentalis*, *Prunus serotina* and *Acer negundo* // *One Ecosystem*. – 2023. – Т. 8. – Р. 108.
2. GBIF.org. *Acer negundo* L. GBIF Backbone Taxonomy. – URL: <https://www.gbif.org/species/3189866> (19.02.2026).
3. Guo W. Y. et al. Global functional shifts in trees driven by alien naturalization and native extinction // *Nature Plants*. – 2026. – С. 1-11.

4. Klisz M. et al. Climate Adaptations and Challenges of Non-native Tree Species in Forest Ecosystems // *Frontiers in Plant Science*. – T. 17. – P. 1768503.

5. Ovcharova N. V. et al. Invasion dynamics of *Acer negundo* L. in ribbon forests of the Altai Krai: ecological impacts and predictive habitat modeling // *Acta Biologica Sibirica*. – 2024. – T. 10. – P. 1673-1688.

6. Semenova M. V. et al. The Content Dynamics of Phenolic Compounds and Spare Carbohydrates in Seeds of the Invasive Species *Acer negundo* and the Native Species *Acer tataricum* in Connection with Their Competitiveness in Biocenoses // *Biology Bulletin*. – 2024. – T. 51. – №. 4. – P. 1165-1171.

References

1. Erdélyi A. et al. Historical reconstruction of the invasions of four non-native tree species at local scale: a detective work on *Ailanthus altissima*, *Celtis occidentalis*, *Prunus serotina* and *Acer negundo* // *One Ecosystem*. – 2023. – T. 8. – P. 108.

2. GBIF.org. *Acer negundo* L. GBIF Backbone Taxonomy. – URL: <https://www.gbif.org/species/3189866> (19.02.2026).

3. Guo W. Y. et al. Global functional shifts in trees driven by alien naturalization and native extinction // *Nature Plants*. – 2026. – P. 1-11.

4. Klisz M. et al. Climate Adaptations and Challenges of Non-native Tree Species in Forest Ecosystems // *Frontiers in Plant Science*. – T. 17. – P. 1768503.

5. Ovcharova N. V. et al. Invasion dynamics of *Acer negundo* L. in ribbon forests of the Altai Krai: ecological impacts and predictive habitat modeling // *Acta Biologica Sibirica*. – 2024. – T. 10. – P. 1673-1688.

6. Semenova M. V. et al. The Content Dynamics of Phenolic Compounds and Spare Carbohydrates in Seeds of the Invasive Species *Acer negundo* and the Native Species *Acer tataricum* in Connection with Their Competitiveness in Biocenoses // *Biology Bulletin*. – 2024. – T. 51. – №. 4. – P. 1165-1171.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА СМЕШАННЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В БЕЛАРУСИ

Маркевич Т.С., к. б. н., доцент, старший научный сотрудник
лаборатории проблем восстановления, защиты и охраны лесов ГНУ «Институт
леса НАН Беларуси», Республика Беларусь, г. Гомель

Пименова Ж.Ю., младший научный сотрудник лаборатории проблем
восстановления, защиты и охраны лесов ГНУ «Институт леса НАН Беларуси»,
Республика Беларусь, г. Гомель

Аннотация. Рассмотрена динамика создания смешанных лесных культур дуба черешчатого в Беларуси в целом и по отдельным регионам. Определен перечень второстепенных пород, используемых при создании смешанных лесных культур дуба. Установлены особенности роста дуба черешчатого и второстепенных пород в разных типах лесорастительных условий.

Ключевые слова: дуб черешчатый, смешанные лесные культуры, тип лесорастительных условий, главная порода, второстепенная порода

GROWTH CHARACTERISTICS OF PEDUNCULATE OAK MIXED FOREST PLANTATIONS IN BELARUS

Markevich T.S., Ph.D., Associate Professor, Senior Researcher of the
Laboratory of Forest Restoration, Protection, and Conservation, SSI “The Institute of
Forest of NAS of Belarus”, Belarus, Gomel

Pimenova Zh.Yu., Junior Researcher of the Laboratory of Forest Restoration,
Protection, and Conservation, SSI “The Institute of Forest of NAS of Belarus”,
Belarus, Gomel

Abstract. The dynamics of mixed pedunculate oak forest plantations establishment in Belarus as a whole and in specific regions is described in the article.

A list of secondary species used in the creation of mixed oak forest plantations is determined. The growth characteristics of pedunculate oak and secondary species in different types of forest growth conditions are defined.

Keywords: pedunculate oak, mixed oak forest plantations, type of forest growth conditions, main species, secondary species.

Введение. Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) является одной из главных лесообразующих пород в Республике Беларусь. Важнейшими факторами, определяющими распространение данного вида на территории Беларуси, являются почвенно-гидрологические условия, наряду с которыми термический фактор имеет важную роль, позволяя произрастать дубу и в северных районах Беларуси [1]. Однако в целом состояние дубовых насаждений определяется и воздействием следующих неблагоприятных факторов: погодные условия (засухи, суровые бесснежные зимы, резкие температурные колебания в весенние и осенние месяцы); нарушение гидрологического режима (изменение уровня грунтовых вод (особенно в пойме); массовые размножения вредителей; болезни побегов, ветвей и стволов (некрозы коры, раковые и сосудистые), гнили, поражения листьев; смена семенных насаждений на порослевые; несвоевременное проведение лесохозяйственных мероприятий; несвоевременное проведение мер борьбы с вредителями и болезнями; повреждение пожарами; чрезмерная численность диких животных; большая рекреационная нагрузка.

Все перечисленные причины в той или иной степени проявляются на территории Беларуси, оказывая негативное влияние на лесопатологическое и санитарное состояние дубрав, отрицательно отражаясь на продуктивности насаждений, а также на уровне биологического разнообразия фитоценозов.

В соответствии с Национальным планом действий по адаптации лесного хозяйства Беларуси к изменению климата до 2030 года одним из направлений является увеличение биологического разнообразия путем повышения доли участия смешанных лесных культур, а также увеличения количества древесных пород, используемых при лесовосстановлении и лесоразведении.

Цель исследования – анализ динамики создания лесных культур дуба в лесном фонде Беларуси и изучение особенностей роста смешанных лесных культур дуба в различных условиях произрастания.

Материал и методы исследования. Анализ создания лесных культур дуба проведен по данным «Государственного лесного кадастра» (далее ГЛК) за период 2004-2025 гг., а также согласно статистическим бюллетеням «Воспроизводство, защита лесов и лесные пожары в Республике Беларусь» за 2020-2022 гг.

Подбор участков смешанных лесных культур дуба выполнен на основании сведений, изложенных в книге производства лесных культур, книге паспортов насаждений искусственного происхождения, таксационном описании участков. Пробные площади закладывались с учетом общепринятых методик и установленных нормативов [2, 3, 4] в Брестском, Быховском, Воложинском, Глубокском опытном, Гомельском опытном, Жлобинском, Жорновской ЭЛБ, Ивацевичском опытном, Могилевском, Молодеченском, Осиповичском, Островецком, Речицком опытном, Рогачёвском, Слуцком, Сморгонском, Чаусском, Чечерском лесхозах. Изучение роста лесных культур проведено в типах лесорастительных условий C_2 и D_2 .

При обработке результатов использованы методы статистического анализа [5].

Результаты исследования. По данным ГЛК, в течение последних 20-ти лет объем создания лесных культур дуба составил 47404 га, при наибольшем объеме в 2021 г. – 4370 га и наименьшем в 2006 г. – 1329 га (рисунок 1). За отмеченный период среднегодовая площадь создаваемых лесных культур равняется 2155 га.

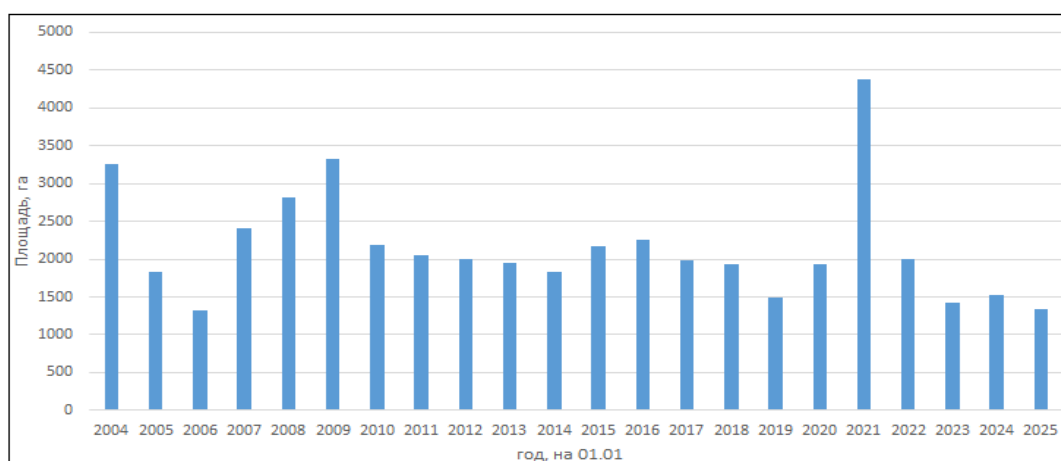


Рисунок 1 – Динамика создания лесных культур дуба в Беларуси (2004-2025 гг.)

В разрезе областей страны отмечается неравномерность в объемах создания: наибольшая площадь посадок дуба черешчатого в период с 2021 по 2023 гг. характерна для Гомельской области (рисунок 2), что связано, в первую очередь, с особенностями распространения дуба черешчатого в Беларуси.

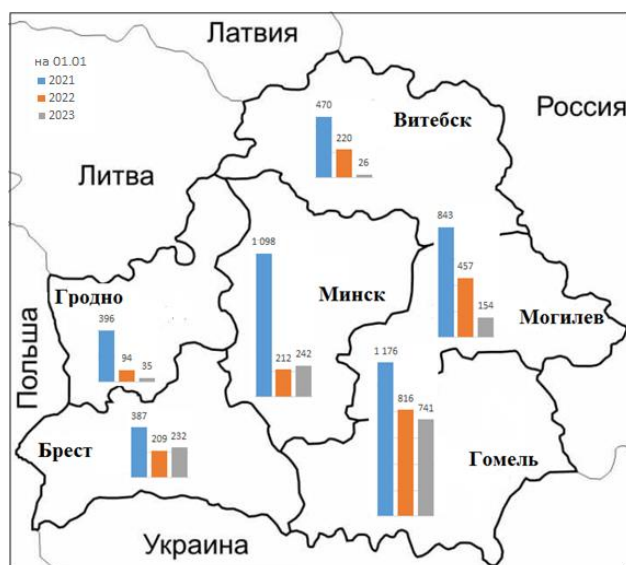


Рисунок 2 – Динамика создания лесных культур дуба в Беларуси в разрезе областей (2021-2023 гг.)

Согласно Постановлению Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 19 декабря 2016 №5 «Положение о порядке лесовосстановления и лесоразведения» (в редакции от 24.03.22), а также ТКП 667-2022 «Правила лесовосстановления и лесоразведения» дуб черешчатый в качестве главной породы используется при создании лесных культур в судубравах, дубравах и в суборах (только в прируслово-пойменном типе леса).

Нами установлено, что, согласно отмеченным документам, смешанные культуры дуба в лесхозах создаются в условиях B_2 , C_2 , C_3 , C_4 , D_2 , D_3 , при этом процент исследованных культур в отмеченных условиях разный: наибольшее количество участков в D_2 и C_2 – 62,90 % и 22,60 % соответственно, и меньшее в C_4 и B_2 – по 6,45%, в D_3 – 1,6 %.

Отмечено, что при создании смешанных лесных культур дуба в качестве второстепенных используется большее разнообразие древесных пород в условиях D_2 , чем в C_2 . В первом случае, – это ель, сосна, клен, ольха черная, липа, береза, лиственница, а во втором, – береза, ель, сосна, клен, ольха черная.

Анализ создания смешанных культур дуба в C_2 и D_2 показал, что в лесокультурном производстве применяется кулисное размещение дуба и второстепенных пород, согласно следующим схемам смешения: в C_2 – 3Д7Е, 5Д5Е, 6Д4Е, 7Д3Кл, 5Д5Олч, в D_2 – 3Д1Е, 4Д4Е, 4Д6Е, 7Д3Е, 5Д5Е, 6Д4Е, 4Д3Е3С, 4Д4Е2Б, 4Д4Е2Олч, 5Д2Е3Б, 5Д3Е2Кл, 6Д2Е2Б, 3Д1Лп, 7Д3Кл, 5Д3Кл2С, 5Д5Олч. При этом в созданных смешанных культурах в условиях C_2 , в качестве второстепенной породы, ель посажена на 71,4 % анализируемых участках, в D_2 ель – в 43,2 %, а ель и береза – в 32,4 %, участки с другими породами представлены в незначительном количестве. Определено, что средняя высота дуба и ели несколько меньше в смешанных дубово-еловых культурах в условиях C_2 , чем в условиях D_2 (за 1-10-летний период роста). Данные представлены в таблице 1. Разность между максимальным и минимальным значениями высоты шире в условиях D_2 , чем в C_2 , для ели отмечается обратная особенность. Это свидетельствует о большей адаптивности дуба в условиях D_2 , а ели в C_2 . Причем максимальных значений дуб достигает тоже в D_2 , в то время как ель – в C_2 .

Таблица 1 – Статистические показатели высоты
в смешанных культурах дуба в C_2 и D_2 , м

Порода	X*	Min	Max	Max- min	Cv, %
<i>Тип лесорастительных условий C_2</i>					
В схеме смешения дуб и ель (1-10 лет)					
Дуб	0,83	0,23	1,70	1,47	55,8
Ель	0,96	0,33	2,70	2,37	69,0
<i>Тип лесорастительных условий D_2</i>					
В схеме смешения дуб и ель (1-10 лет)					
Дуб	1,34	0,19	2,50	2,31	50,2
Ель	0,98	0,18	2,20	2,02	47,5
<i>Тип лесорастительных условий D_2</i>					
В схеме смешения дуб, ель, береза (1-8 лет)					
Дуб	1,40	0,19	2,5	2,31	46,7
Ель	0,98	0,18	1,5	1,32	39,9
Береза	3,31	0,31	4,5	4,19	46,4
Примечание: *X – среднее значение, min – минимальное значение, max – максимальное значение, Cv – коэффициент вариации					

Недостовверные средние значения высот отмечены между дубом и елью в условиях C_2 (таблица 2). Однако в дубово-еловых культурах в условиях D_2 средние значения высоты между двумя породами достоверны. В созданных дубово-елово-березовых культурах в условиях D_2 достоверные различия по

высоте получены между березой и дубом, а также между березой и елью, в отличие от дуба и ели, где различия были недостоверны.

Таблица 2 – Данные критерия Стьюдента
сравнения высот пород в смешанных культурах дуба

ТЛУ	Породы в схеме смешения	Дуб – ель	Дуб – береза	Ель – береза
C ₂	дуб и ель	0,83	–	–
D ₂	дуб и ель	2,37*	–	–
D ₂	дуб, ель, береза	1,93	3,94*	5,08*
Примечание: * – различия достоверны при 5 % уровне значимости				

Установлены достоверные положительные коэффициенты корреляции между возрастом и высотой культур. Однако числовые значения коэффициента отличаются не только у разных пород, но зависят и от условий произрастания. У дуба эта связь намного сильнее выражена, чем у ели и березы. Так, для дуба в условиях D₂ она равна 0,81, в C₂ – 0,76, у ели – 0,64 и 0,37 соответственно, у березы – 0,74.

У дуба зависимость изменчивости высоты от возраста в условиях D₂ составляет 66 %, остальное влияние на рост относится к другим факторам (34 %), в C₂ процент изменчивости высоты от возраста меньше 58 %, у ели – 41 % и 14 % соответственно, а у березы – 55 %. Количество не учитываемых факторов, влияющих на рост, у отмеченных пород изменяется от 34 до 86 %. Это объясняется тем, что при смене внешних лимитирующих факторов закономерно изменяется состав генов, участвующих в проявлении данного признака. Это ведет к расширению или сужению генетической изменчивости количественного признака, а также и числа локусов, обуславливающих их развитие.

Особенности различий произрастания в разных ТЛУ проявляются также и в том, что средняя высота дуба в разные возрастные периоды выше в D₂, чем в C₂ (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели роста
главной породы в смешанных культурах дуба, м

Возраст, кол-во лет	C ₂					D ₂				
	X	min	max	max-min	C _v , %	X	min	max	max-min	C _v , %
1–3	0,37	0,23	0,50	0,27	34,3	0,64	0,19	1,00	0,81	43,9
8–10	1,04	0,80	1,50	0,70	24,0	1,87	0,70	2,40	1,70	32,9

Разность высот между разными возрастными периодами составляет 0,67 м в C_2 , и 1,23 м в D_2 . Интересным является то, что тенденция роста практически одинакова: в C_2 увеличение отмечается в 2,8 раз, а в D_2 – в 2,9 раз.

В разные возрастные периоды установленный коэффициент вариации высоты культур дуба выше в D_2 . При этом в C_2 и в D_2 в 8-10-летнем возрасте он ниже, чем в 1-3-летнем, что свидетельствует о большей стабилизации признака в более позднем возрасте.

Следует отметить, что согласно «Положению о порядке лесовосстановления и лесоразведения» одним из показателей перевода лесных культур в покрытые лесом земли является высота, равная для дуба черешчатого, как главной породы, – 0,9 м, при максимальном сроке перевода – 15 лет. Полученные нами значения высот главной породы выше отмеченных дают возможность, при наличии достаточного количества экземпляров, переводить участки лесных культур в покрытые лесом земли до достижения 15-летнего возраста, что допустимо и нормативами.

Выводы

Лесные культуры дуба черешчатого в Беларуси создаются ежегодно, в то же время в разрезе областей объемы создания различаются.

В ходе исследований установлено, что при создании смешанных культур дуба в качестве второстепенных пород используют ель, сосну, клен, ольху черную, липу, березу, лиственницу – в D_2 , березу, ель, сосну, клен, ольху черную – в C_2 .

Выявлено, что в условиях D_2 дуб характеризуется лучшими показателями высоты в разные периоды роста, по сравнению с елью, что не отмечено в условиях C_2 .

Наибольшая зависимость роста от возраста установлена у дуба, по сравнению с березой, елью, при этом степень зависимости изменяется в разных условиях произрастания и более высокая – в лучших условиях.

В условиях D_2 и C_2 дуб может достигать достаточной высоты для переводов в покрытые лесом земли до установленного нормативами возраста. При одинаковых критериях выбора в качестве главной породы в C_2 может использоваться как дуб, так и ель (в пределах ареала).

Список литературы

1. Юркевич, И. Д. Дубравы Белорусской ССР и их восстановление / И. Д. Юркевич. – Мн.: ГИ БССР. Редакц. научн.-техн. лит-ры, 1951. – 215 с.
2. Постановление МЛХ РБ от 19 декабря 2016 №80 «Положение о порядке лесовосстановления и лесоразведения» (в редакции постановления Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 24.03.2020 № 5). – 52 с.
3. ТКП 667-2022 (33090) Правила лесовосстановления и лесоразведения. Постановление Мин-ва лесного хозяйства Республики Беларусь от 03.08.2022 г. № 13. – 23 с.
4. Кобранов, Н. П. Обследование и исследование лесных культур: учеб. пособие для студ. лесхоз-го фак-та спец. 1512 / Н. П.Кобранов. – Л.: РИО ЛТА, 1973. – 77 с.
5. Багинский, В. Ф. Биометрия в лесном хозяйстве : учеб. пособие для студ. вуз по спец. «Лесн. хоз-во» / В. Ф.Багинский, О. В. Лапицкая. – Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2011. – 416 с.

References

1. Yurkevich, I. D. Oak forests of the Belarusian USSR and their restoration. – Minsk: State Publishing House of the BSSR. Ed. scientific and technical literature / I. D. Yurkevich, 1951. – 215 p.
2. Resolution of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus dated December 19, 2016, No. 80 "Regulations on the Procedure for Reforestation and Afforestation" (as amended by Resolution of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus dated March 24, 2020, No. 5). – 52 p.
5. 3. ТКР 667-2022 (33090) Rules for Reforestation and Afforestation. Resolution of the Ministry of Forestry of the Republic of Belarus dated August 3, 2022, No. 13. – 23 p.
4. Kobranov, N.P. Survey and research of forest plantations : A textbook for students of the forestry faculty, specialty 1512 / N. P. Kobranov. – Leningrad : RIO LTA. 1973. – 77 p.
5. Baginsky, V. F. Biometrics in forestry: A textbook for students of the specialty "Forestry" University / V. F. Baginsky, O. V. Lapitskaya. – Gomel : F. Skorina State University, 2011. – 416 p.

ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КАК ОСНОВА ДЕКОРАТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ ХВОЙНЫХ ПОРОД

Мельник К.А., аспирант, м.н.с. лаборатории биоэкологии древесных растений ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», Россия, Волгоград

Передриенко А.И., аспирант, м.н.с. лаборатории биоэкологии древесных растений ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», Россия, Волгоград

Роголина Е.Д., аспирант, и.и. лаборатории биоэкологии древесных растений ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», Россия, Волгоград

Аннотация. Большинство хвойных пород на территории ССК Кировское лесничество г. Волгоград заслуживают внимания в качестве перспективных для озеленения в городских условиях, так как они имеют декоративный потенциал и эколого-биологическую устойчивость. Цель исследования – обоснование декоративности некоторых хвойных пород на основе жизненного состояния растений. У *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* Lamb. и *Pinus sylvestris* L. выявлена высокая категория жизненного состояния (1 балл), тем самым они являются потенциально наиболее перспективными видами для использования в урбанизированных территориях. Из хвойных кустарников в озеленительных мероприятиях пригодными видами являются: *Juniperus sabina* L. и *Juniperus communis* L. так как большая часть (76,9 %) от исследуемых объектов данных видов имеют самый высший балл при оценке категории состояния растений (1 балл). Согласно суммарной оценке жизненного состояния все изучаемые хвойные породы относятся к устойчивым и декоративным видам (40 баллов).

Индивидуальные особенности каждого вида и его устойчивость имеют непосредственное значение в ландшафтном благоустройстве территорий.

Ключевые слова: *Juniperus sabina* L., *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* Lamb., *Juniperus communis* L., жизненное состояние, декоративность

VITAL CONDITION AS THE BASIS OF DECORATIVE EFFECT OF SOME CONIFEROUS SPECIES

Melnik K.A., post-graduate student, junior researcher Laboratory of Bioecology of Woody Plants, Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences", Russia, Volgograd

Peredrienko A. I., post-graduate student, junior researcher Laboratory of Bioecology of Woody Plants, Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences", Russia, Volgograd

Rogulina E.D., Postgraduate student, engineer-researcher Laboratory of Bioecology of Woody Plants, Federal State Budgetary Institution "Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences", Russia, Volgograd

Abstract. Most of the coniferous species on the territory of Kirovskoye forestry Breeding and Seed Production Complex in Volgograd deserve attention as promising for landscaping in urban conditions, as they have decorative potential and ecological and biological stability. The purpose of the study is to substantiate the decorative value of some coniferous species based on the vital state of plants. In *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* Lamb. and *Pinus sylvestris* L. A high category of vital conditions (1 point) has been identified, thus they are potentially advantageous species for use in urbanized areas. Of coniferous shrubs, suitable species for landscaping activities are: *Juniperus sabina* L. and *Juniperus communis* L. since the majority (76.9 %) of the studied objects of these species have the highest score when assessing the category of plant condition (1 point). According to the overall assessment of the living condition, all coniferous species studied belong to resistant and decorative species (40 points). The individual characteristics of each species and its sustainability are of direct importance in the landscaping of territories.

Keywords: *Juniperus sabina* L., *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* Lamb., *Juniperus communis* L., vital condition, decorative

Введение. В настоящее время важно учитывать не только экологическое состояние насаждений, но и индивидуальные особенности каждого вида, представленного в озеленительных композициях [2, 4].

Формирование благоприятного состояния древесных растений способствует повышению эффективности зеленых зон и улучшению экосистем на урбанизированных территориях [3].

Декоративность хвойных пород перспективны для создания различные типов ландшафтного дизайна, а именно регулярного, пейзажного, контейнерного выращивания для благоустройства крыш и многих других направлений [1].

Научные исследования направлены на оценку жизненного состояния растений с учетом эстетических особенностей.

Цель исследования – обоснование декоративности некоторых хвойных пород на основе жизненного состояния растений.

Материал и методы исследования. Объектами исследования являлись *Juniperus sabina* L., *Pinus sylvestris* L., *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* Lamb., *Juniperus communis* L. на территории ССК Кировское лесничество г. Волгоград. Суммарная оценка ЖС древесных растений производилась по формуле: $ЖС = P1 + P2 + P3 + P4$. Где P1 – процент живых ветвей в кроне; P2 – степень зеленой массы (хвоя) в кроне; P3 – процент живых (без некрозов) хвоинок в кроне; P4 – средний процент живой площади хвоинки [5].

В соответствии с данной методикой можно определить: устойчивые виды - 39-40 баллов; среднеустойчивые виды - 36-38 баллов; неустойчивые виды, их ЖС 35-33 баллов и ниже.

Для определения категории состояния и эстетической оценки древесных растений отбирают 8-10 учетных растений для каждого вида. Визуально определяют категорию состояния по основным и дополнительным признакам и оценивают соответствующим количеством баллов. Категория состояния изучалась в соответствии с методикой по 6-балльной шкале, а эстетическая оценка производилась по 5-балльной шкале (рис. 1) [5].

Категория состояния		
1	Без признаков ослабления	Листва/хвоя зеленая, блестящая, крона густая, прирост текущего года соответствует для данного вида, возраста, условий места произрастания и сезона
2	Слабо ослабленные	В кроне до 25% сухих ветвей; листва/хвоя зеленая, крона слабо ажурная, прирост может быть ослаблен по сравнению с нормальным. Могут быть местные повреждения ветвей, корневых лап и ствола, механические повреждения, единичные водяные побеги
3	Средне ослабленные	Сухих ветвей 25-50%; листва/хвоя мельче или светлее обычной, преждевременно опадает, крона изрежена. Признаки предыдущей категории выражены сильнее; сокотечение и водяные побеги на стволе и ветвях, присутствие стволовых вредителей
4	Сильно ослабленные	Сухих ветвей 50-70%; листва/хвоя мельче или светлее обычной, преждевременно опадает, крона изрежена. Признаки предыдущей категории выражены сильнее; сокотечение и водяные побеги на стволе и ветвях, присутствие стволовых вредителей
5	Усыхающие	В кроне более 75 % сухих ветвей; листва/хвоя мельче, светлее или желтее обычной, преждевременно опадает или увядает, крона сильно изрежена. На стволе и ветвях возможны признаки заселения стволовыми вредителями; обильные водяные побеги, частично усохшие или усыхающие
6	Сухостой	Листва/хвоя усохла, увяла или преждевременно опала, мелкие веточки и кора сохранились. На стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями и грибами
Декоративность		
1	Отличная	Древесное растение соответствует своей видовой характеристике по всем показателям, без видимых повреждений всех частей. Либо растение имеет отклонения в развитии, не наносящие ущерба его художественному облику (живописности)
2	Хорошая	Древесное растение соответствует своей видовой характеристике по всем показателям, но с отклонениями в развитии или повреждениями отдельных частей, наносящими незначительный ущерб художественному облику (живописности) растения
3	Удовлетворительная	Отклонения в развитии и повреждения растения существенные (асимметричность, флагообразность кроны, сильный наклон ствола, высокоподнятая крона, изреженная крона), наносящие значительный ущерб художественному облику (живописности) растения
4	Неудовлетворительная	Значительные отклонения в развитии растения и повреждения ствола и кроны, существенно разрушающие художественный облик растения, при возможности его восстановления путем направленного вмешательства
5	Крайне неудовлетворительная	Растение в крайне неудовлетворительном эстетическом состоянии, полностью утратившее свою декоративность, не способное к ее восстановлению путем направленного вмешательства

Рисунок 1 – Шкалы категорий состояния и эстетической оценки хвойных пород

Результаты исследования и их обсуждение. Родовой комплекс *Pinus* произрастает на песчаных каштановых почвах. Возраст данных насаждений на территории ССК Кировское лесничество варьируется от 30 до 45 лет, представлены виды в насаждениях: *Pinus sylvestris* L. (сосна обыкновенная) и *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* Lamb. (сосна крымская), у которых средний диаметр ствола находится в диапазоне от 17 до 23 см (среднее значение $21,3 \pm 2,6$ см), а высота может достигать до 8 м. Исследования рода *Pinus* на каштановых почвах выявили оптимальный рост и полноценное развитие видов.

В некоторых местах был обнаружен самосев (рис. 2). Из хвойных кустарников в озеленительных мероприятиях пригодными видами являются: *Juniperus sabina* L. (можжевельник казацкий) и *Juniperus communis* L. (можжевельник обыкновенный). Все они исключительно засухо-морозоустойчивые и не требовательны к условиям своего местопроизрастания. Тем самым исследуемые объекты декоративны и интересны для зеленого строительства.



Рисунок 2 – Самосев сосны обыкновенной

Категория состояний *Juniperus* показала, что 76,9 % изучаемых видов находится без признаков ослабления (1 балл). Остальные 23,1 % входят в слабо ослабленную группу (2 балла), так как наблюдается выгорание хвои и присутствует механическое повреждение ветвей из-за обильного снежного покрова. *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* Lamb. и *Pinus sylvestris* L. имеют зеленую и блестящую хвою, густую крону, а также наблюдается приросты текущего года (1 балл).

В ходе оценки жизненного состояния древесных растений, можжевельники полностью соответствуют видовым характеристикам. Лишь 23,1 % исследуемых экземпляров имеют несущественные отклонения, которые не влияют на декоративный облик. Таким образом, представители рода *Juniperus* получают высокий балл по эстетической шкале (1 балл). Род *Pinus* в данной оценке имеет ниже показатель (2 балла), чем у можжевельников, так как наблюдается отклонение в форме ствола (рис. 3).



Рисунок 3 – Примеры кривоствольности у *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* Lamb. и *Pinus sylvestris* L., а также виды *Juniperus sabina* L. и *Juniperus communis* L.

Процент хвои без признаков усыхания, доля вегетирующих ветвей, а также площадь живой хвои и ее зеленой массы у изучаемых хвойных пород суммарно достигли максимального показателя (40 баллов). Согласно оценке жизненного состояния, данные древесные растения относятся к устойчивым видам.

Выводы.

В ходе исследований у *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* Lamb. и *Pinus sylvestris* L. выявлена высокая категория жизненного состояния (1 балл), тем самым они являются потенциально преимущественными видами для использования в урбанизированных территориях. Высокая жизнеспособность и оценка

декоративности (1 балл) *Juniperus sabina* L. и *Juniperus communis* L. позволяет рекомендовать данные кустарники для озеленительных мероприятий. Таким образом, жизненное состояние хвойных растений играет важную роль в оценке декоративности. Так как жизненная форма и развитие растения способствует улучшению экосистем и повышению эффективности зеленых зон. Индивидуальные особенности каждого вида и его устойчивость имеют непосредственное значение в ландшафтном благоустройстве территорий.

Исследования проведены по государственному заданию № FNFE-2025-0011 «Научные основы комплексного исследования биоразнообразия и оценка ресурсного потенциала, совершенствования и развития методов мониторинга, сохранения, восстановления и отбора хозяйственно ценных древесных и кустарниковых растений в условиях комбинированного действия антропогенных и природных факторов для внедрения в лесомелиоративные комплексы аридных территорий».

Список литературы

1. Бурганская, Т. М. Оценка показателей роста и устойчивости садовых форм рода *Juniperus* L. в коллекции ботанического сада БГТУ / Т. М. Бурганская, И. К. Зельвович, С. А. Праходский // Труды БГТУ. № 1. Лесное хозяйство, 2014. – № 1 (165). – С. 206-208.
2. Воронина, В. П. Ландшафтный подход в озеленении зон активного отдыха в городских парках / В. П. Воронина, Н. В. Курапина, О. Н. Медведицкова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование, 2024. – № 6 (78). – С. 47-64. – DOI 10.32786/2071-9485-2024-06-05.
3. Состояние хвойных интродуцентов в зеленой зоне г. Нур-Султана / А. Н. Кабанов, С. А. Кабанова, И. С. Кочегаров [и др.] // Природообустройство, 2022. – № 2. – С. 116-123. – DOI 10.26897/1997-6011-2022-2-116-123.
4. Адаптационные особенности посадочного материала с закрытой корневой системой в лесных культурах в почвенно-климатических условиях Волгоградской области / Е. В. Калмыкова, К. А. Мельник, А. И. Передриенко [и др.] // Научно-агрономический журнал, 2025. – № 3 (130). – С. 43-54. – DOI 10.34736/FNC.2025.130.3.005.43-54.

5. Жакова, С. Н. Экологические методы диагностики жизнеспособности древесных растений : практикум / С. Н. Жакова, Е. В. Пименова, С. В. Лихачев ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2020. – 54 с.

References

1. Burganskaya, T. M. Assessment of growth and stability indicators of garden forms of the genus *Juniperus* L. in the collection of the botanical garden of BSTU / T. M. Burganskaya, I. K. Zelvovich, S. A. Prakhodsky // Proceedings of BSTU. No. 1. Forestry, 2014. – No. 1 (165). – P. 206-208.

2. Voronina, V. P. Landscape approach in landscaping of active recreation areas in urban parks / V. P. Voronina, N. V. Kurapina, O. N. Medveditskova // Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and higher professional education, 2024. – No. 6 (78). P. 47-64. – DOI 10.32786/2071-9485-2024-06-05.

3. The state of coniferous introducers in the green zone of Nur Sultan / A. N. Kabanov, S. A. Kabanova, I. S. Kochegarov [et al.] // Environmental Management, 2022. – No. 2. – P. 116-123. – DOI 10.26897/1997-6011-2022-2-116-123.

4. Adaptive features of planting material with a closed root system in forest crops in the soil and climatic conditions of the Volgograd region / E. V. Kalmykova, K. A. Melnik, A. I. Peredrienko [et al.] // Scientific and Agronomic Journal, 2025. – No. 3(130). – P. 43-54. – DOI 10.34736/FNC.2025.130.3.005.43-54.

5. Zhakova, S. N. Ecological methods for diagnosing the viability of woody plants: a practical guide / S. N. Zhakova, E. V. Pimenova, S. V. Likhachev ; Ministry of Agriculture of the Russian Federation, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Perm Agrarian and Technological University named after Academician D.N. Pryanishnikov. – Perm : CPI "Prokrost", 2020. – 54 p.

РОСТ И ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ СЕЯНЦЕВ ЛЕЩИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОДЛЕСКА ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Наконечная Т.С., преподаватель, каф. лесоводства, лесной таксации
и лесоустройства

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В работе рассматриваются особенности роста сеянцев лещины обыкновенной (как подлесочной породы) в зависимости от лесорастительных условий сбора семян. Данный вид формирует основу лесного подлеска вне зависимости от преобладающей древесной породы, т.е. может успешно произрастать в сосновых насаждениях, которые представляют наибольшую пожарную опасность. Для проведения исследований создан экспериментальный полигон, на котором установлены показатели всхожести семян, динамика роста сеянцев и их сохранность. Установлено, что всхожесть семян лещины обыкновенной существенно зависит от типа лесорастительных условий места сбора. Наилучшие показатели отмечены у семян, собранных в свежей дубраве (ТЛУ С₂D) – 80 %, что вероятно связано с более полным вызревaniem плодов на богатых почвах. Наименьшая всхожесть зафиксирована у семян из свежей субори (ТЛУ В₂) – 38 %. При этом сохранность сеянцев на первом и втором году жизни не имела достоверных различий в зависимости от происхождения семян, что указывает на высокую адаптационную способность вида приживаться в новых условиях. Таким образом, для создания высокопродуктивных культур лещины обыкновенной в регионе исследования целесообразно использовать семена, собранные в наиболее богатых условиях произрастания (ТЛУ С₂D), что обеспечивает получение более крупномерного посадочного материала.

Ключевые слова: лещина обыкновенная, сеянцы, тип лесорастительных условий, рост, жизнеспособность.

GROWTH AND VIABILITY OF COMMON HAZELNUT SEEDLINGS DURING THE FORMATION OF UNDERSTONE OF FOREST PLANTATIONS IN THE CENTRAL FOREST-STEPPE

Nakonechnaya T.S., Lecturer, Department of Forestry, Forest Inventory,
and Forest Management

Voronezh State University of Forestry and Technologies
named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. This study examines the growth characteristics of common hazel seedlings (as an understory species) depending on the forest conditions at which the seeds are collected. This species forms the basis of forest understory growth, regardless of the dominant tree species, meaning it can thrive in pine stands, which pose the greatest fire hazard. An experimental site was established for the study, where seed germination rates, seedling growth dynamics, and survival were determined. It was found that common hazel seed germination significantly depends on the forest conditions at the collection site. The best germination rates were observed for seeds collected in fresh oak groves (TLU C₂D) – 80 %, likely due to the more complete ripening of the fruit in rich soils. The lowest germination rate was recorded for seeds from fresh suboria (TLU B₂) – 38 %. Moreover, seedling survival in the first and second years of life did not significantly differ depending on seed origin, indicating the species' high adaptability to new conditions. Therefore, to develop highly productive common hazel crops in the study region, it is advisable to use seeds collected in the most favorable growing conditions (TLU C₂D), which ensures the production of larger-sized planting material.

Keywords: common hazel, seedlings, forest growth conditions, growth, viability.

Работа выполнена в рамках реализации государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ FZUR-2024-0002) «Разработка технологических решений, направленных на повышение эффективности лесопожарного мониторинга и детализацию оценки последствий лесных пожаров в условиях Центральной лесостепи».

Введение. Лещина обыкновенная (*Corylus avellana* L.) является ценной лесной культурой, имеющей важное хозяйственное значение и играющей существенную роль в поддержании биоразнообразия лесных экосистем для формирования устойчивых насаждений. Кроме того, данный вид формирует основу лесного подлеска вне зависимости от преобладающей древесной породы, т.е. может успешно произрастать в сосновых насаждениях, которые представляют наибольшую пожарную опасность [1], а густота лещины обыкновенной играет важную роль при оценке риска возникновения лесного пожара и может значительно повлиять на уровень природной пожарной опасности в лесах [2].

На юге лесостепной зоны, в частности в Воронежской области, лесные массивы представлены в виде разорванных территорий [3], что существенно ограничивает распространение лещины обыкновенной и делает актуальным изучение особенностей её семенного размножения, роста и жизнеспособности [4]. Несмотря на высокий уровень адаптации в исследуемом регионе, успешность роста лещины обыкновенной в лесных насаждениях во многом зависит от зимостойкости выделенных форм [5], происхождения семян [6] и типа лесорастительных условий (ТЛУ), в котором произрастает данный вид [1].

Таким образом, **цель исследования** – оценить влияние происхождения семян лещины обыкновенной из различных типов лесорастительных условий на всхожесть, рост и жизнеспособность сеянцев при выращивании в условиях Центральной лесостепи.

Материал и методы исследования. Объектом исследования являлись семена и сеянцы лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.). Сбор плодов производился в конце августа – начале сентября в 2022 и в 2023 годах на постоянных пробных площадях, заложенных в свежих ТЛУ [7]: В₂, С₂, С₂Д и Д₂ (в Пригородном, Сомовском и Новоусманском лесничествах Воронежской области и в Новооскольском лесничестве Белгородской области). Семена были высеяны осенью в год сбора на экспериментальном участке, расположенном в Ровеньском районе Белгородской области (рис. 1). Объект расположен в оптимальных лесорастительных условиях для выращивания лещины обыкновенной – С₂Д. Почвы – выщелоченные черноземные. Залегание грунтовых вод составляет 45-50 м. Участок классифицируется как умеренно защищенный. Это означает, что скорость ветра на высоте сеянцев снижена по сравнению с открытой степью, что уменьшает иссушение и механические

повреждения, но полная изоляция от ветрового воздействия отсутствует. Агротехнические уходы являются ключевым фактором выживаемости и роста сеянцев в условиях Белгородской области. Количество и характер уходов определялись погодными условиями вегетационного периода и состоянием опытных растений. В первый год после посева сеянцы наиболее уязвимы к угнетению сорной растительностью и недостатку влаги. Стандартная схема уходов включала: ручные прополки и рыхление проводились 3-4 раза. Первая прополка – сразу после посадки (или при появлении массовых всходов), последующие – по мере отрастания сорняков (обычно с интервалом в 2-3 недели). В последующие годы количество уходов сокращалось до 2 раз за вегетационный период (весной и в первой половине лета), так как сеянцы окрепли и способны лучше конкурировать с сорной растительностью.

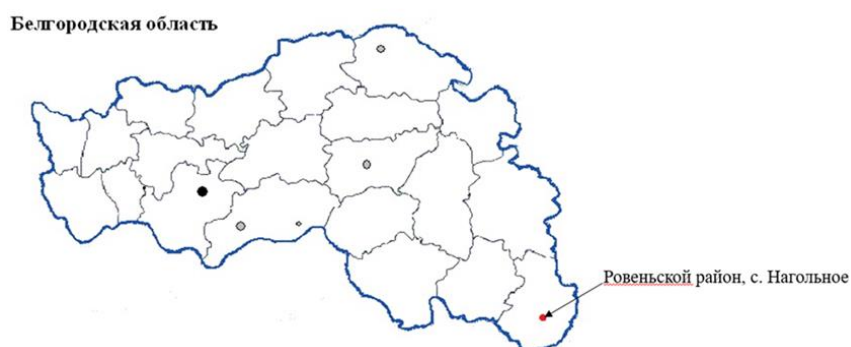


Рисунок 1 – Схема расположения авторского экспериментального объекта

Посев орехов выполнен рядами, расстояние между которыми равнялось 50 см, глубина посева – 10 см, расстояние в ряду между орехами в ряду при посеве составило 5 см., количество плодов лещины, произрастающих в разных ТЛУ, изучено в пропорциях, достаточных для достижения достоверных результатов и составляло от 250 до 300 шт. в каждой повторности. Полученные результаты обработаны методами математической статистики, на основании рекомендаций Б.А. Доспехова [8].

Результаты исследования и их обсуждение. Динамика роста, развития и состояния сеянцев лещины обыкновенной может существенно меняться в зависимости от типов лесорастительных условий, в которых производится их выращивание. Результаты посева семян лещины обыкновенной, собранных в различных типах лесорастительных условий, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Всхожесть плодов и сохранность семян лещины обыкновенной в разрезе различных ТЛУ

ТЛУ	Всхожесть семян, %	Сохранность семян, %	
		в 1 год	на 2 год
B ₂	38	86,9	79,7
C ₂	62	92,6	86,8
C ₂ D	80	91,8	83,9
D ₂	76	90,8	86,2

Из данных, приведенных в таблице 1 следует, что наилучшие результаты всхожести выявлены у семян, собранных в ТЛУ C₂D – 80 %, а наихудшие – в ТЛУ B₂ – 38 %. Семена, собранные в типах лесорастительных условий C₂ и D₂, имеют средние значения всхожести относительно других изученных ТЛУ – 75 и 62 % соответственно. Прежде всего это связано с неполным вызреванием плодов лещины, которое зачастую отмечается на менее плодородных почвах в исследуемом регионе. Это является дополнительной причиной, что подлесок средней густоты крайне редко встречается в субориях Центральной лесостепи. Повсеместно отмечено наличие редкого подлеска (или его отсутствие). Влияния происхождения семян в разрезе типов лесорастительных условий на сохранность семян лещины обыкновенной не выявлено, поскольку отмеченные различия находятся в пределах статистической погрешности.



а)

б)

в)

Рисунок 2 – Рост семян лещины обыкновенной на экспериментальном объекте: а) общий вид экспериментального объекта (2023 год); б) однолетние семена лещины обыкновенной; в) двухлетние семена лещины обыкновенной

Развитие сеянцев в первый год жизни происходило относительно медленно – средняя высота – 16 см (при среднем показателе в аналогичных условиях на территории Воронежской области – 21 см). Причиной замедления роста являлись неблагоприятные климатические условия и открытая продуваемая со всех сторон площадь (рис. 2-а). В первый год вегетации лещина обыкновенная начинает формировать стебель и у большинства сеянцев наблюдается образование боковых побегов (рис. 2-б).

Следует отметить, что семена лещины имеют склонность к всхожести на 2-й и даже 3-й годы после посева. Начиная с 2022 года, к осени 2024 года процент всхожести орехов увеличился на 20 % от первоначально высаженного материала. Исследование темпов роста и развития сеянцев в течение первого года у лещины обыкновенной из различных типов лесорастительных условий показало невысокие колебания по высоте от 14,3 до 19,3 см. Во второй год темп роста увеличился, что связано с благоприятными погодными условиями (рис. 3).

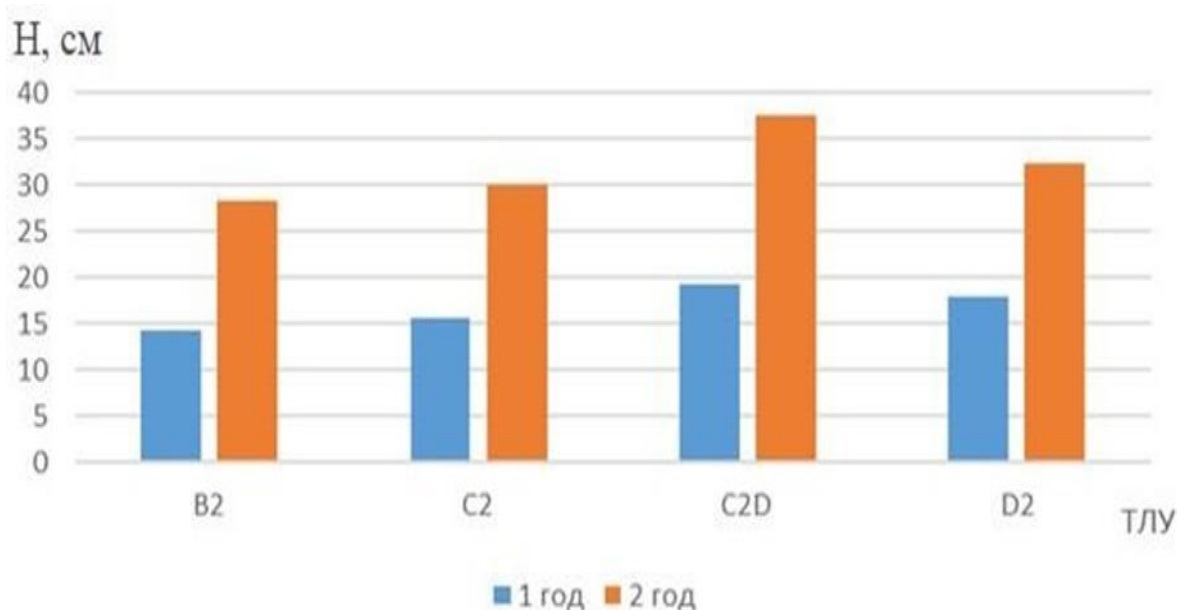


Рисунок 3 – Динамика роста сеянцев лещины обыкновенной по годам

Для детального изучения динамики роста сеянцев в первый год (таблица 2) и на второй год жизни (таблица 3), выполнены ежемесячные измерения динамики высоты растений в течение вегетационного периода.

Таблица 2 – Статистические параметры темпов роста сеянцев лещины обыкновенной по месяцам в первый год

Тип лесорастительных условий	май	июнь	июль	август	сентябрь
	Мср±м, см CV,%	Мср±м, см CV,%	Мср±м, см CV,%	Мср±м, см CV,%	Мср±м, см CV,%
B ₂	4,8±0,15 12,8	6,8±0,13 13,7	7,7±0,14 14,6	11,1±0,33 15,0	14,8±0,38 16,7
C ₂	4,2±0,17 14,7	6,3±0,16 15,1	8,5±0,20 18,5	11,6±0,21 20,4	15,0±0,22 21,2
C ₂ D	5,5±0,33 26,3	8,2±0,30 24,7	14,5±0,62 24,9	16,2±0,69 24,0	19,3±0,76 24,2
D ₂	4,9±0,49 25,8	8,5±0,32 23,5	11,8±0,62 17,0	14,6±0,59 14,3	17,3±0,60 13,2

Наибольшие темпы роста наблюдаются у сеянцев, выращенных из посадочного материала, собранного в ТЛУ C₂D – за период активной вегетации в среднем сеянцы достигали 16 см. Максимальная энергия роста проявилась в период с июня по август – в среднем 6 см. Сеянцы, выращенные из семян остальных выборок, достоверно не отличаются друг от друга.

Изменчивость прироста (CV) в высоту по месяцам в течение периода активного роста (май-сентябрь) сильнее всего колеблется у сеянцев, выращенных из посадочного материала, собранного в ТЛУ C₂D – около 25 %, вне зависимости от конкретного календарного месяца. В тоже время, этот показатель наиболее стабилен для выборки семян из ТЛУ B₂ – около 15 %.

Таблица 3 – Статистические параметры темпов роста сеянцев лещины обыкновенной по месяцам на второй год

Тип лесорастительных условий	май	июнь	июль	август	сентябрь
	Мср±м, см CV,%	Мср±м, см CV,%	Мср±м, см CV,%	Мср±м, см CV,%	Мср±м, см CV,%
B ₂	15,2±0,16 13,9	18,6±0,15 14,7	21,8±0,13 15,4	24,2±0,35 16,2	27,6±0,40 17,2
C ₂	15,5±0,19 15,5	19,7±0,17 16,2	24,2±0,21 19,4	27,8±0,23 21,2	30,0±0,24 22,1
C ₂ D	19,3±0,36 27,2	23,6±0,32 25,3	28,2±0,64 25,7	32,1±0,71 26,2	36,2±0,78 25,5
D ₂	17,8±0,51 26,9	22,4±0,36 24,2	27,7±0,68 23,2	29,2±0,63 22,6	32,1±0,62 24,6

Во второй год жизни, изменчивость прироста в высоту по месяцам в течение периода активного роста (май-сентябрь) сильнее всего колеблется у сеянцев, выращенных из посадочного материала, собранного в ТЛУ С₂D – около 27 %, вне зависимости от конкретного календарного месяца. В тоже время, этот показатель наиболее стабилен для выборки семян из ТЛУ D₂ – около 25 %.

Заключение

Проведенные исследования позволили оценить влияние происхождения семян лещины обыкновенной из различных типов лесорастительных условий на успешность их произрастания и последующий рост сеянцев в условиях Центральной лесостепи.

В результате выполненной работы установлено, что всхожесть семян лещины обыкновенной существенно зависит от типа лесорастительных условий места сбора. Наилучшие показатели отмечены у семян, собранных в свежей дубраве (ТЛУ С₂D) – 80 %, что вероятно связано с более полным вызревaniem плодов на богатых почвах. Наименьшая всхожесть зафиксирована у семян из свежей субори (ТЛУ В₂) – 38 %. При этом сохранность сеянцев на первом и втором году жизни не имела достоверных различий в зависимости от происхождения семян, что указывает на высокую адаптационную способность вида приживаться в новых условиях. Следует отметить, что с большой вероятностью максимальное влияние на успешность роста и развития оказывало не столько место произрастания собранного посадочного материала, как наследственные свойства семян.

Таким образом, для создания высокопродуктивных культур лещины обыкновенной в регионе исследования целесообразно использовать семена, собранные в наиболее богатых условиях произрастания (ТЛУ С₂D), что обеспечивает получение более крупномерного посадочного материала.

Список литературы

1. Изучение биоразнообразия и оценка состояния лещины обыкновенной (*Corylus avellana* L.) в Воронежской области / В. А. Славский, Т. С. Наконечная, Е. В. Титов, З. Говедар // Лесотехнический журнал. – 2022. – Т. 12. – № 3 (47). – С. 51-61.

2. Наконечная, Т. С. Пирогенная устойчивость лесных экосистем в Воронежской области в зависимости от густоты подлеска / Т. С. Наконечная, В. А. Славский // Лесные экосистемы в условиях меняющегося климата: проблемы и перспективы : материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию кафедры лесоводства, лесной таксации и лесоустройства и 95-летию ВГЛТУ, Воронеж, 15 мая 2025 года. – Воронеж : ВГЛТУ, 2025. – С. 44-48.

3. Славский, В. А. Некоторые аспекты закладки пробных площадей при проведении государственной инвентаризации лесов / В. А. Славский, С. М. Матвеев // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 11. – № 1 (41). – С. 56-63.

4. Славский, В. А. Рост и жизнеспособность орехов рода *Juglans* в Воронежской области / В. А. Славский, М. П. Чернышов // Лесотехнический журнал. – 2018. – Т. 8. – № 2 (30). – С. 86-95.

5. Славский, В. А. Оценка зимостойкости видов орехов рода *Juglans* в Воронежской области / В. А. Славский // Лесотехнический журнал. – 2019. – Т. 9. – № 1 (33). – С. 85-93.

6. Козловская, З. А. Лещина. Дикие виды и фундук / З. А. Козловская, Н. В. Луговцова // Плодоводство. – 2018. – Т. 30. – № 1. – С. 289-303.

7. Погребняк, П. С. Основы лесной типологии / П. С. Погребняк. – Издательство Академии наук Украинской ССР, 1955. – 455 с.

8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта : учебник / Б. А. Доспехов. – Москва : Колос, 2011. – 547 с.

References

1. Izuchenie bioraznoobraziya i ocenka sostoyaniya leshchiny obyknovennoj (*Corylus avellana* L.) v Voronezhskoj oblasti / V. A. Slavskij, T. S. Nakonechnaya, E. V. Titov, Z. Govedar // Lesotekhnicheskij zhurnal. – 2022. – V. 12. – No. 3 (47). – P. 51-61.

2. Nakonechnaya, T. S. Pirogennaya ustojchivost' lesnykh ekosistem v Voronezhskoj oblasti v zavisimosti ot gustomy podleska / T. S. Nakonechnaya, V. A. Slavskij // Lesnye ekosistemy v usloviyakh menyayushchegosya klimata: problemy i perspektivy: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 110-letiyu kafedry lesovodstva, lesnoj taksacii i

lesoustrojstva i 95-letiyu VGLTU, Voronezh, 15 maya 2025 goda. – Voronezh : Voronezhskij gosudarstvennyj lesotekhnicheskij universitet im. G.F. Morozova, 2025. – P. 44-48.

3. Slavskij, V. A. Nekotorye aspekty zakladki probnykh ploshchadej pri provedenii gosudarstvennoj inventarizacii lesov / V. A. Slavskij, S. M. Matveev // Lesotekhnicheskij zhurnal. – 2021. – V. 11. – No. 1 (41). – P. 56-63.

4. Slavskij, V. A. Rost i zhiznesposobnost' orekhov roda Juglans v Voronezhskoj oblasti / V. A. Slavskij, M. P. Chernyshov // Lesotekhnicheskij zhurnal. – 2018. – V. 8. – No. 2 (30). – P. 86-95.

5. Slavskij, V. A. Ocenka zimostojkosti vidov orekhov roda Juglans v Voronezhskoj oblasti / V. A. Slavskij // Lesotekhnicheskij zhurnal. – 2019. – V. 9. – No. 1 (33). – P. 85-93.

6. Kozlovskaya, Z. A. Leshchina. Dikie vidy i funduk / Z. A. Kozlovskaya, N. V. Lugovcova // Plodovodstvo. – 2018. – V. 30. – No. 1. – P. 289-303.

7. Pogrebnyak, P. S. Osnovy lesnoj tipologii / P. S. Pogrebnyak // Izdatel'stvo Akademii nauk Ukrainskoj SSR, 1955. – 455 p.

8. Dospekhov, B. A. Metodika polevogo opyta : uchebnik / B. A. Dospekhov. – Moskva : Kolos, 2011. – 547 p.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ВИДОВ

Падутов В.Е., д.б.н., профессор, член-корреспондент НАН Беларуси, заведующий научно-исследовательским отделом генетики, селекции и биотехнологии ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Республика Беларусь, г. Гомель

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы адаптации популяционно-генетической структуры лесообразующих видов к изменению условий окружающей среды.

Ключевые слова: популяционная структура, лесообразующие виды, ядерная ДНК, цитоплазматическая ДНК, миграция, адаптация.

FORMATION OF THE POPULATION GENETIC STRUCTURE OF FOREST-FORMING SPECIES

V.E. Padutov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of NAS of Belarus, the Head of the Research Department of Genetics, Breeding, and Biotechnology in SSI "The Institute of Forest of NAS of Belarus", Republic of Belarus, Gomel

Abstract. Adaptation of the population genetic structure of forest-forming species to environmental conditions changing is described in the article.

Keywords: population structure, forest-forming species, nuclear DNA, cytoplasmic DNA, migration, adaptation

Введение. В последнее время все большее значение приобретает проблема сохранения биологического разнообразия, поскольку воздействие комплекса факторов радикально изменяет естественную среду обитания видов.

Решение этой проблемы заключается в охране и воспроизводстве популяций с уровнем генетической изменчивости, достаточным для адаптации к стрессам окружающей среды. Особую актуальность имеет разработка стратегии сохранения генетического разнообразия хозяйственно-ценных лесных древесных видов, так как леса относятся к числу важнейших самовозобновляющихся природных ресурсов. Необходимо добавить, что древесные породы представляют собой виды-доминанты лесных ценозов, от состояния которых зависит и состояние всей лесной экосистемы.

Проблема сохранения биологического разнообразия, включая генетическое, лесных экосистем важна и для тех стран, где лесное хозяйство устойчиво развивается. Например, в Республике Беларусь лесистость территории в 1994 году составляла 35,5 %, а в настоящее время – 40,2 %, средний запас насаждений за это время вырос с 148 до 232 м³/га. Однако лесной фонд под воздействием климатических изменений начинает менять свою структуру. За последние двадцать лет (согласно Государственным лесным кадастрам Республики Беларусь за период с 2004 г. по 2025 г.) [1] происходило изменение площадей, занятых сосновыми, еловыми, дубовыми, березовыми лесами (рисунки 1-4).

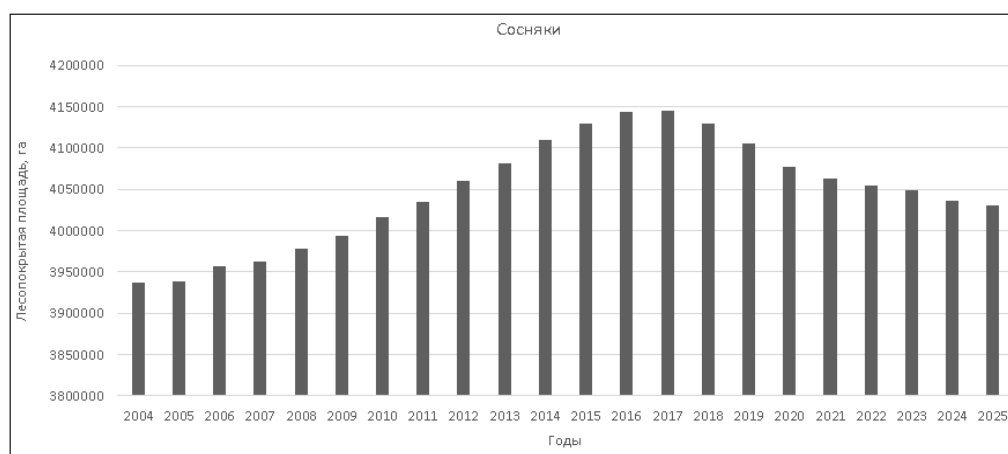


Рисунок 1 – Динамика сосновых лесов в Беларуси 2004-2025 гг.

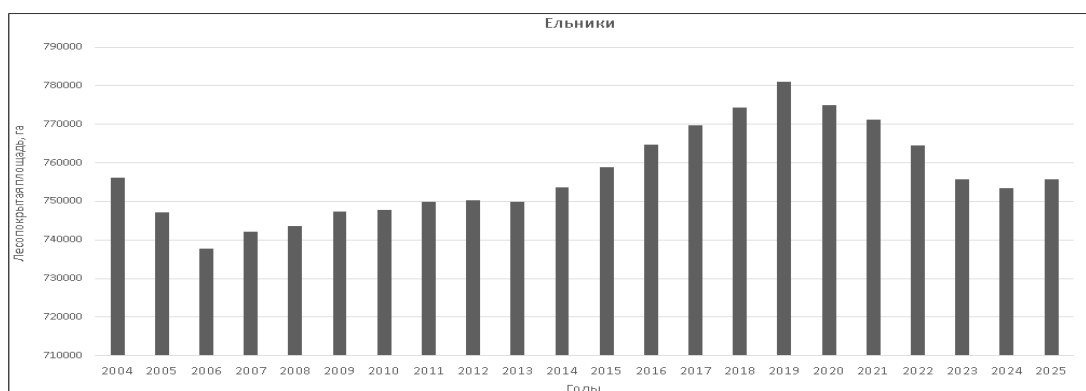


Рисунок 2 – Динамика еловых лесов в Беларуси 2004-2025 гг.

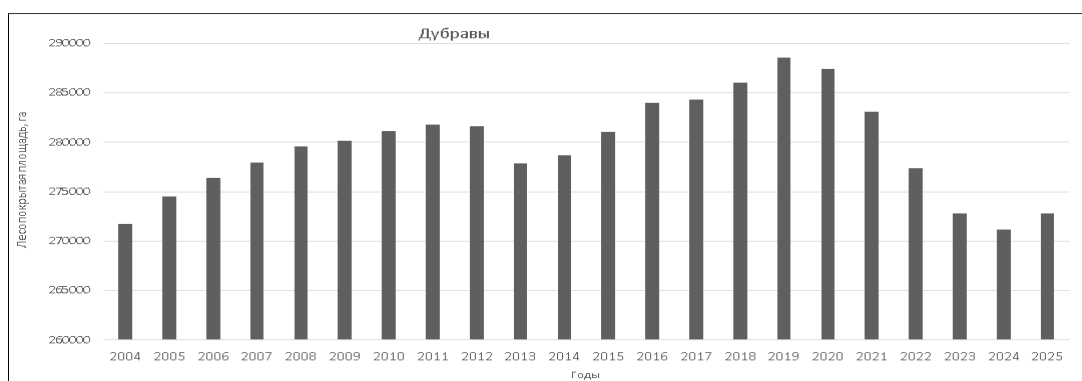


Рисунок 3 – Динамика дубовых лесов в Беларуси 2004-2025 гг.

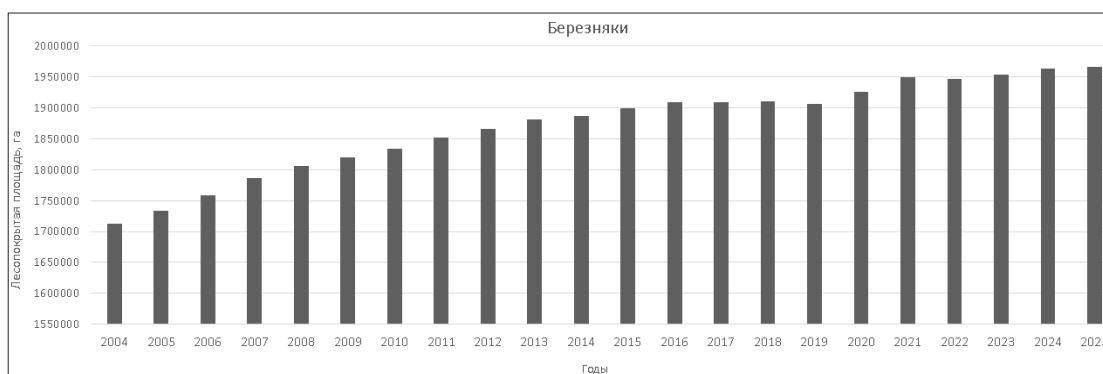


Рисунок 4 – Динамика березовых лесов в Беларуси 2004-2025 гг.

Вопросы, связанные с трансформацией структуры, состояния и продуктивности лесов, требует принятия решений, обеспечивающих формирование устойчивых насаждений с учетом биологических особенностей видов и их адаптированности к неблагоприятным факторам среды. Среди различных типов адаптаций выделяют два основных: пассивную (формирование определённой степени устойчивости к стрессовому фактору) и

активную (направлена на смену популяционной стратегии, расширение ареала на новые территории при возникновении благоприятных комбинаций условий обитания). Особое значение вопросы адаптации имеют для растительных организмов, поскольку они иммобильны и не могут в отличие от животных покинуть опасную территорию. Адаптация может происходить на разных уровнях: внутриклеточном, тканевом, популяционном и т.д. Одним из наиболее важных для лесного хозяйства является изучение механизмов адаптации на популяционном уровне.

Цель исследования – выявить особенности протекания популяционных процессов в насаждениях сосны обыкновенной, ели европейской и дуба черешчатого в различных условиях окружающей среды.

Материал и методы исследования. Для данной статьи были использованы данные изоферментного и микросателлитного (ядерной, хлоропластной и митохондриальной ДНК) анализа белорусских насаждений естественного происхождения, географических культур и лесосеменных плантаций 1 и 2 порядка дуба черешчатого, ели европейской и сосны обыкновенной. По дубу черешчатому изучено 105 насаждений естественного происхождения и 68 лесосеменных плантаций, по ели европейской – 68 насаждений, 21 климатип и 22 лесосеменных плантаций, по сосне обыкновенной – 140 насаждений, 67 климатипов и 47 лесосеменных плантаций.

Экспериментальным материалом для изоферментного анализа являлись зародыши семян и почки, для выделения ДНК – хвоя, листья, почки или древесина (наружный слой древесины (до 7 мм) путем сверления шуруповертом при скорости вращения ротора не более 300-350 об./мин). Отобранный материал ДНК-анализа (≈ 100 мг) помещали в микропробирки с 70 % этанолом.

Изоферментный анализ проводили в соответствии с протоколами, описанными в «Генетические ресурсы сосны и ели в Беларуси» [2]. Выделение и анализ ДНК из растительных тканей основывались на принципах, представленных в «Методы молекулярно-генетического анализа» [3].

Результаты исследования и их обсуждение. Информация о биологии вида и структуре его популяций – та основа, благодаря которой можно прогнозировать как дальнейшее развитие популяций, так и реакцию организмов на неблагоприятные воздействия среды обитания. Вид, приспосабливается к

постоянно изменяющимся условиям, не просто как простая сумма особей, а в форме своеобразных группировок, представляющих единое функциональное целое. Они могут состоять из сходных фенотипов или различающихся на морфологическом, биохимическом и других уровнях. Именно степень приспособленности вида к тем или иным условиям произрастания отражает его изменчивость. Чем выше генетический потенциал, тем более сильное воздействие стрессовых ситуаций может выдержать популяция, и тем более разнообразные местообитания она может заселять.

Воздействие различных факторов на формирование популяционной структуры достаточно хорошо выявляется при анализе генов, которые участвуют в биохимических процессах клетки и находятся под воздействием естественного отбора. Это влияние проявляется в основном в изменении частоты встречаемости аллельных вариантов. Анализ сосняков показал, что в различных типах леса складывается своеобразная генетическая структура. При этом кластеризация генетических данных коррелирует с эдафо-фитоценотическими рядами типов леса в регионе проводимых исследований (рисунки 5 и 6).

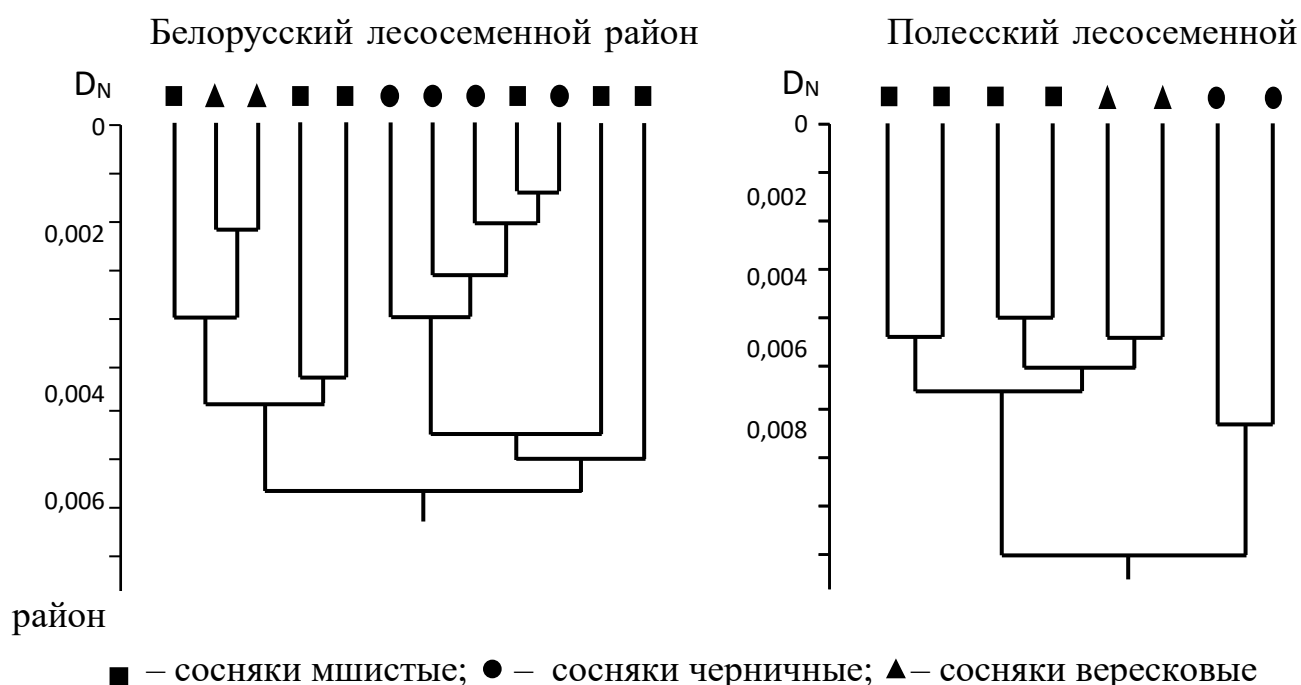


Рисунок 5 – Лесотипологическая дифференциация насаждений сосны обыкновенной

популяций места обитания). В Беларуси выявлено пять основных метапопуляций дуба черешчатого, каждая из которых характеризовалась специфическим гаплотипом хлоропластной ДНК. Одним из главных факторов, определяющих географическое распространение метапопуляций по территории страны, является климатический. Их пространственное распределение представляет собой последовательный ряд, коррелирующий со значениями показателя континентальности климата – от более умеренного до более выраженного континентального климата. Еще одним фактором, влияющим на распространение метапопуляций дуба, являются условия мест произрастания. Нами была определена фактическая встречаемость гаплотипов (маркеров метапопуляций) в различных типах леса, и, кроме того, было рассчитано теоретически ожидаемое распределение гаплотипов. В ряде случаев фактически наблюдаемые и теоретически ожидаемые значения отличаются в несколько раз (таблица). При этом, для тех пар гаплотипов, которые распространены в одном и том же географическом регионе, эти различия разнонаправлены (в Витебском ГПЛХО 75 % снытевых дубрав представлены деревьями «северной» метапопуляции, а 75 % кисличных дубрав – «центрально-белорусской»). Следовательно, метапопуляции сосуществуют на одной территории, расходясь по отдельным экологическим нишам.

Таблица 1 – Отклонение фактического распределения гаплотипов дуба черешчатого по типам дубрав от теоретически ожидаемого

Гаплотипы	Тип леса					
	Кислич ный	Снытевый	Пойменный	Черничный	Папоротниковый	Орляковый
Центрально-Белорусский	+	–	+	–	+	+
Северный	–	+	–	+	–	–
Карпатский	+	–	–	+	–	–
Западный	–	+	+	–	–	+
Примечание: + - увеличение фактически наблюдаемой встречаемости по сравнению с ожидаемой; – - уменьшение фактически наблюдаемой встречаемости по сравнению с ожидаемой.						

Кроме абиотических и биотических факторов, имеющих основополагающее влияние на популяционные процессы, модифицирующее

воздействие на них оказывает и антропогенное вмешательство. Так, на примере сосны обыкновенной, показано, что в норме с возрастом насаждения увеличивается уровень гетерозиготности, за счет гибели более гомозиготных деревьев (плюсовые лесные насаждения соответствуют этому сценарию), однако в эксплуатационных лесах эта закономерность не проявляется (рисунок 7). Следует также отметить, что уровень генетической изменчивости (адаптационный потенциал) в насаждениях тем выше, чем меньше осуществляется антропогенное вмешательство: «эксплуатационные леса» < «лесные генетические резерваты и плюсовые лесные насаждения» < «заповедники».

Выводы

Полученные данные показывают, что необходимо учитывать популяционные особенности лесообразующих видов при создании насаждений. Это уже осуществимо, однако только на начальных этапах, при получении семенного материала с использованием лесосеменных плантаций с оптимизированной генетической структурой. В то же время некоторые вопросы лесовосстановления и лесоразведения на генетико-типологической основе остаются открытыми.

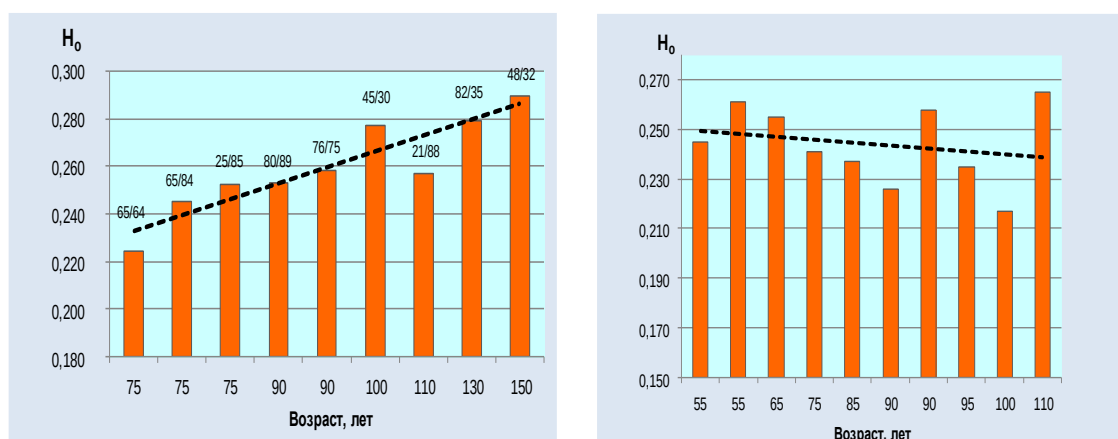


Рисунок 7 – Значения показателя наблюдаемой гетерозиготности в плюсовых лесных насаждениях (слева) и древостоях лесов эксплуатационных лесов (справа)

Список литературы

1. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2025 г. / Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. – Минск : Белгослес, 2025. – 88 с.

2. Падутов, В. Е. Генетические ресурсы сосны и ели в Беларуси / В. Е. Падутов. – Гомель : ИЛ НАНБ, 2001. – 144 с.
3. Падутов, В. Е. Методы молекулярно-генетического анализа / В. Е. Падутов, О. Ю. Баранов, Е. В. Воропаев. – Минск : Юнипол, 2007. – 176 с.
4. Гельтман, В. С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии / В. С. Гельтман. – Минск : Наука и техника, 1982. – 326 с.

References

1. State Forest Cadastre of the Republic of Belarus as of January 1, 2025 / The Ministry of Forestry of the Republic of Belarus. – Minsk : Belgosles, 2025. – 88 p.
2. Padutov, V. E. Genetic resources of pine and spruce in Belarus / V. E. Padutov. – Gomel : IL NASB, 2001. – 144 p.
3. Padutov, V. E. The methods of molecular genetic analysis / V. E. Padutov, O. Yu. Baranov, E. V. Voropaev. – Minsk : Junipol, 2007. – 176 p.
4. Geltman, V. S. Geographical and typological analysis of forest vegetation of Belarus / V. S. Geltman. – Minsk : Naukai Technika, 1982. – 326 p.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ НА ТЕРРИТОРИИ ДЕТСКИХ САДОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Сунгурова Н.Р., доктор с.-х. наук, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», Россия, Архангельск

Страздаускене С.Р., аспирант кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», Россия, Архангельск

Аннотация. В статье приводится анализ биологического разнообразия растительных сообществ на территории детских садов городов Арктической зоны. Исследования приведены на примере административного центра – города Архангельска, в котором в различных территориальных округах в случайном порядке отобраны 15 дошкольных учреждений с полным подеревным учетов элементов дендрофлоры. Установлено, что дендрофлора обследованных объектов представлена 50 видами деревьев и кустарников, принадлежащих к 34 родам. Количество учтенных видов составляют 22 таксона деревьев и 28 – кустарников, что примерно соотносится с данными других ученых, полученных в целом для озеленения городской среды.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, дендрофлора, флористический состав, детский сад, озеленение.

BIOLOGICAL DIVERSITY OF PLANT COMMUNITIES IN KINDERGARTENS IN THE ARCTIC ZONE

Sungurova N.R., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Landscape Architecture and Artificial Forests, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk

Strazdauskene S.R., Postgraduate Student of the Department of Landscape Architecture and Artificial Forests, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Russia, Arkhangelsk

Abstract. The article provides an analysis of the biological diversity of plant communities on the territory of kindergartens in the cities of the Arctic zone. The research is based on the example of the administrative center, the city of Arkhangelsk, in which 15 preschool institutions with complete records of dendroflora elements were randomly selected in various territorial districts. It was found that the dendroflora of the surveyed objects is represented by 50 species of trees and shrubs belonging to 34 genera. The number of recorded species is 22 taksons of trees and 28 of shrubs, which roughly correlates with the data of other scientists obtained in general for greening the urban environment.

Keywords: biological diversity, dendroflora, floral composition, kindergarten, landscaping.

Введение. Города Арктической зоны, к которым согласно Указу Президента РФ №296 от 02.06.2014 г., относится город Архангельск, характеризуются суровым климатом, коротким вегетационным периодом, ограниченной флористической палитрой и специфическими условиями местопроизрастания. Территории дошкольных учреждений часто занимают значительные площади городской среды и служат важной частью системы озеленения. В условиях изменяющегося климата и усиления урбанизации актуальна задача сохранения и повышения биологического разнообразия растительных сообществ на территориях детских садов, что обеспечивает экологическую устойчивость городской среды, образовательную ценность и здоровье детей [4].

При разнообразном флористическом составе на участке детского сада дети получают возможность наблюдать сезонные изменения, многообразие морфологических форм и адаптивных стратегий растений, что обогащает учебные программы по биологии, экологии и охране природы. Вариативные флористические сообщества формируют устойчивые ландшафты, благоприятные для занятий на свежем воздухе, играющих детей и педагогов, а также для местной флоры и фауны.

Целью исследований было изучение таксономического состава древесно-кустарниковой растительности на территории дошкольных учреждений в городе Архангельске.

Для выполнения исследований в случайном порядке в различных территориальных округах города выбраны 15 детских садов, отличающихся площадью и балансом территории, а также годом постройки учреждения. В границах каждого дошкольного учреждения проведен сплошной перечет деревьев и кустарников.

Дендрофлора обследованных объектов представлена 50 видами деревьев и кустарников, принадлежащих к 34 родам (Арония, Береза, Боярышник, Вишня, Дуб, Жимолость, Ива, Ильм, Ирга, Калина, Карагана, Клен, Курильский чай, Липа, Лиственница, Малина, Можжевельник, Облепиха, Ольха, Пузыреплодник, Роза, Рябина, Рябинник, Свидина, Сирень, Смородина, Снежнаягодник, Спирея, Сосна, Тополь, Туя, Черемуха, Яблоня, Ясень) и 16 семействам (Березовые, Бобовые, Буковые, Жимолостные, Ивовые, Ильмовые, Калиновые, Кизилловые, Кипарисовые, Кленовые, Крыжовниковые, Липовые, Лоховые, Маслиновые, Розоцветные, Сосновые).

Целью сохранения биологического разнообразия является повышение устойчивости городских экосистем к климатическим стрессам за счет многообразия функционально различных видов, которые служат источником пищи для насекомых, выращивание растений «морфологически» устойчивых к ветровым нагрузкам, применение видов, поддерживающих почвенное плодородие и т.д.

Количество учтенных на исследуемых объектах видов составляют 22 таксона деревьев и 28 – кустарников (рис. 1). При изучении дендрофлоры в урбанизированной среде северных городов Г.И. Травниковой [5] отмечено 58 видов, Е.Б. Соколовой [3] - 59 видов, М.М. Андроновой, Н.А. Бабиным, Р.С. Хамитовым [1] - 51 вид древесно-кустарниковой растительности, Н.А. Бабиным, О.С. Залывской, Г.И. Травниковой [3] установлено, что в г. Архангельске произрастает 20 пород деревьев и 33 вида кустарника.

На исследуемых объектах аборигенные виды деревьев составляют 45% или 10 пород (рис. 2 а): береза пушистая *Betula pubescens* Ehrh., береза повислая *Betula pendula* Roth, тополь дрожащий *Populus tremula* L., рябина обыкновенная *Sorbus aucuparia* L., сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L.,

лиственница сибирская *Larix sibirica* Ledeb., ива пятитычинковая *Salix pentandra* L., ель обыкновенная *Picea abies* (L.) H. Karst., черемуха обыкновенная *Padus avium* Mill., ольха серая *Alnus incana* (L.) Moench.

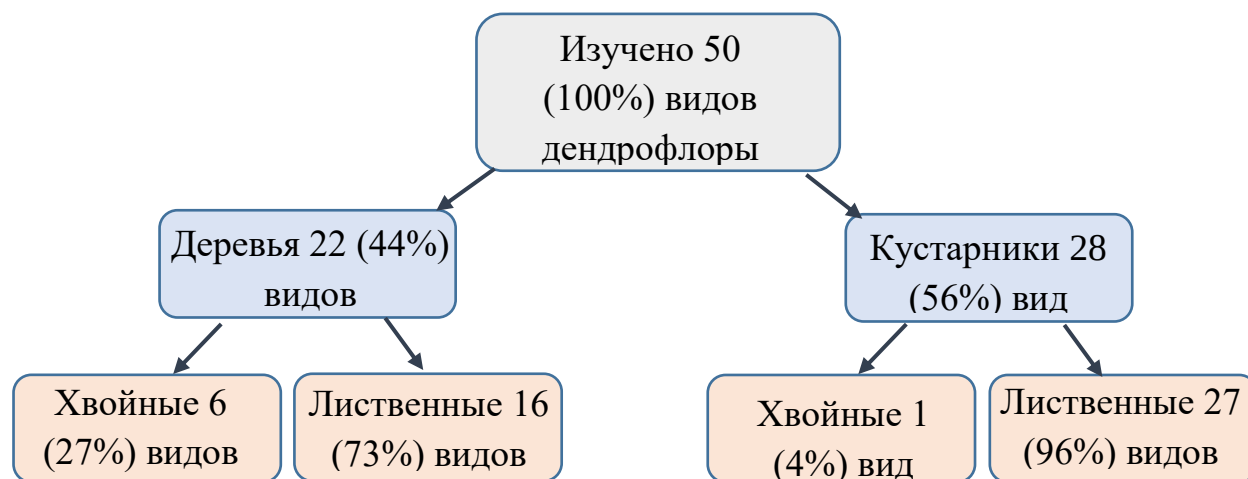


Рисунок 1 - Структура дендрофлоры изученных объектов

В качестве деревьев-интродуцентов учтены 12 видов: тополь бальзамический *Populus balsamifera* L., липа мелколистная *Tilia cordata* Mill., дуб черешчатый *Quercus robur* L., клен остролистный *Acer platanoides* L., яблоня лесная *Malus sylvestris* (L.) Mill., вяз шершавый *Ulmus glabra* Huds., ясень обыкновенный *Fraxinus excelsior* L., черемуха Маака *Padus maackii* (Rupr.) Kom., яблоня садовая *Malus domestica* (Suckow) Borkh., туя западная *Thuja occidentalis* L., сосна кедровая сибирская или кедр сибирский *Pinus sibirica* Rupr., сосна горная *Pinus mugo* Turra.

Сохранение местных видов, а также применение адаптированных к местным условиям растений, включая зимостойкость, кустистость и способность к быстрому восстановлению после периодов стресса, позволяет сохранять биологические системы здоровыми и привлекательными.

Кустарники по видовому разнообразию превосходят деревья. Представители аборигенной флоры составляют 6 пород, а именно: ива козья *Salix acutifolia* Willd., ива остролистная *Salix acutifolia* Willd., роза иглистая *Rosa acicularis* Lindl., смородина черная *Ribes nigrum* L., можжевельник обыкновенный *Juniperus communis* L., малина обыкновенная *Rubus idaeus* L.

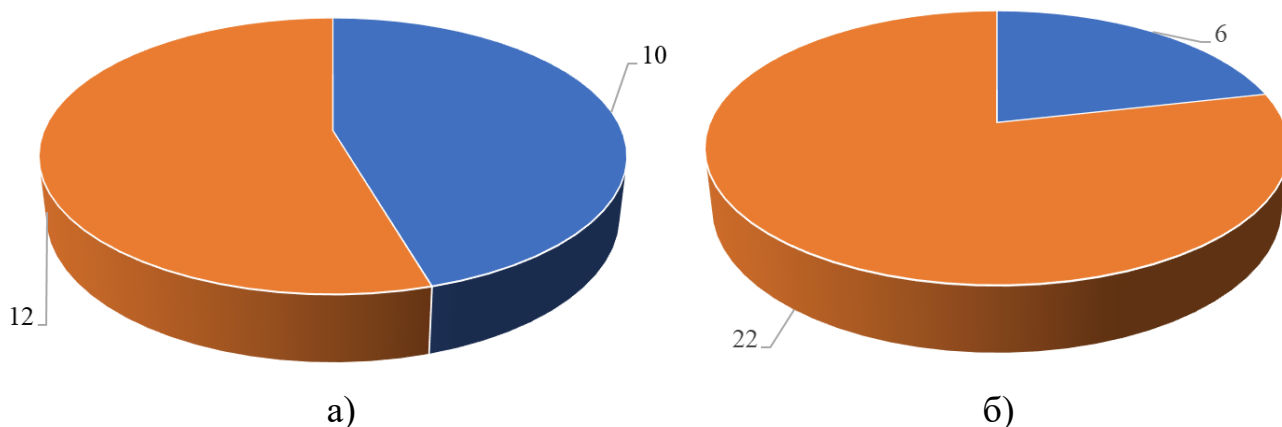


Рисунок 2 – Происхождение учтенных деревьев (а) и кустарников (б) на территории детских садов: ■ аборигены ■ интродуценты

Интродуцированные кустарники более разнообразны и представлены 22 видами (рис. 2 б): жимолость татарская *Lonicera tatarica* L., карагана древовидная *Caragana arborescens* Lam., пузыреплодник калинолистный *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim, роза морщинистая *Rosa rugosa* Thunb., роза колючейшая *Rosa spinosissima* L., рябинник рябинолистный *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun, арония черноплодная *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliott, сирень венгерская *Syringa josikaea* J. Jacq. ex Reichenb., сирень обыкновенная *Syringa vulgaris* L., спирея иволистная *Spiraea salicifolia* L., спирея японская *Spiraea japonica* L.f., спирея средняя *Spiraea media* Schmidt, спирея березолистная *Spiraea betulifolia* Pall., вишня кустарниковая *Cerasus fruticosa* Pall., калина обыкновенная *Viburnum opulus* L. и ее форма калина Бульденеж *Viburnum opulus* f. *roseum* (L.) Hegi, боярышник кроваво-красный *Crataegus sanguinea* Pall., курильский чай кустарниковый *Pentaphylloides (Dasiphora) fruticosa* (L.) O. Schwarz, ирга овальнолистная *Amelanchier ovalis* Medik., снежноягодник белый *Symphoricarpos albus* (L.) S.F. Blake, дерен белый *Cornus alba* L., облепиха крушиновая *Hippophae rhamnoides* L.

Разнообразие флористической составляющей на территориях детских садов в Арктике выступает важной стратегией сохранения биологического разнообразия городских экосистем, повышения устойчивости к климатическим стресс-факторам и модернизации образовательной среды для детей. Реализация системного подхода к планированию растительных сообществ, включая адаптированные к арктическим условиям виды, структурированные посадки и образовательные проекты, может стать эталоном устойчивого городского озеленения в условиях сурового климата.

Список литературы

1. Андропова, М. М. Ступенчатая интродукция древесных растений на севере Русской равнины : монография / М. М. Андропова, Н. А. Бабич, Р. С. Хамитов. – Архангельск : Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, 2021. – 412 с.
2. Бабич, Н. А. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов / Н. А. Бабич, О. С. Залывская, Г. И. Травникова. – Архангельск, 2008. – 144 с.
3. Соколова, Е. Б. Древесная и кустарниковая растительность в Юго-Западном интродукционном районе (на примере г. Вологды) : специальность 06.03.01 «Лесные культуры, селекция, семеноводство» : дисс. ... канд. с.-х. наук : защищена 19.11.2010 / Соколова Елена Борисовна. – Вологда, 2010. – 150 с.
4. Систематическая структура дендрофлоры г. Мирного / Н. Р. Сунгурова, С. Р. Страздаускене, Г. Н. Стругова, С. С. Макаров, И. Н. Зубик // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2024. – № 3 (76). – С. 118-126.
5. Травникова, Г. И. Инорайонные породы в озеленении г. Архангельска / Г. И. Травникова // Экологические проблемы Севера : межвузовский сборник научных трудов. – Архангельск. – 2002. – Вып. 5. – С. 101-103.

References

1. Andronova, M. M. Stupenchataya introdukciya drevesny`x rastenij na severe Russkoj ravniny` : monografiya / M. M. Andronova, N. A. Babich, R. S. Xamitov. – Arxangel`sk: Severny`j (Arkticheskij) federal`ny`j universitet imeni M.V. Lomonosova, 2021. – 412 p.
2. Babich, N. A. Introducenty` v zelenom stroitel`stve severny`x gorodov / N. A. Babich, O. S. Zaly`vskaya, G. I. Travnikova. – Arxangel`sk, 2008. – 144 p.
3. Sokolova, E. B. Drevesnaya i kustarnikovaya rastitel`nost` v Yugo-Zapadnom introdukcionnom rajone (na primere g. Vologdy`) : specialty 06.03.01 "Forest crops, selection, seed production" : diss. ... candidate of agricultural sciences : defended on 11/19/2010 / Sokolova Elena Borisovna. – Vologda, 2010. – 150 p.
4. Sistematičeskaya struktura dendroflory` g. Mirnogo / N. R. Sungurova, S. R. Strazdauskene, G. N. Strugova, S. S. Makarov, I. N. Zubik // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova. – 2024. – № 3 (76). – P. 118-126.
5. Travnikova, G. I. Inorajonny`e porody` v ozelenenii g. Arxangel`ska / G. I. Travnikova // E`kologičeskie problemy` Severa : mezhvuzovskij sbornik nauchny`x trudov. – Arxangel`sk. – 2002. – Vy`p. 5. – P. 101-103.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИЯХ ООПТ ХРЕНОВСКОГО БОРА

Толбина И.А., преподаватель каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Попова В.Т., к.б.н., доцент каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Цепляев А.Н., к.с.-х.н., профессор каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Живой напочвенный покров – это совокупность мхов, лишайников, трав и полукустарников, покрывающих почву под пологом леса, на вырубках и гарях. Это один из ярусов насаждения. Наличие живого напочвенного покрова не связано с какой-либо особой связью с конкретными древесными породами, а обусловлено тем, что условия местообитания благоприятны как для древостоя, так и для растительности, образующей напочвенный покров. Целью исследования являлось изучение видового разнообразия травянистых растений на особо охраняемых территориях Хреновского бора: урочище «Заказник», урочище «Здоровье» и урочище «Морозовская роща».

Ключевые слова: особо охраняемая природная территория, Хреновской бор, живой напочвенный покров.

FEATURES OF THE FORMATION OF LIVING GROUND COVER IN THE TERRITORIES OF THE PROTECTED NATURE OF KHRENOVSKY PINE PINE

Tolbina I. A., Lecturer, Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Popova V. T., PhD Associate, Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Tseplyaev A. N., PhD, Professor of the Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. Living ground cover is a complex of mosses, lichens, herbs, and shrubs that cover the soil beneath the forest canopy, in clearings, and burnt areas. It is one of the forest layer layers. The presence of living ground cover is not associated with any specific tree species, but rather is due to habitat conditions favorable for both the tree stand and the vegetation that forms the ground cover. The aim of this study was to assess the species diversity of herbaceous plants in the specially protected areas of the Khrenovsky Pine Forest: the Zakaznik tract, the Zdorovye tract, and the Morozovskaya Roshcha tract.

Keywords: specially protected natural area, Khrenovsky pine forest, living ground cover, Zdorovye sanatorium, Zakaznik tract, Morozovskaya grove.

Введение. Живой напочвенный покров – это совокупность мхов, лишайников, трав и полукустарников, покрывающих почву под пологом леса, на вырубках и гарях, который является одним из ярусов насаждения.

Живой напочвенный покров может быть источником ценных пищевых, лекарственных и дубильных растений. Его присутствие оказывает значительное влияние на различные свойства почвы: физические характеристики, уровень кислотности, содержание органического материала. Кроме того, живой напочвенный покров формирует микроклимат, смягчая или усиливая заморозки на почвенной поверхности, а также снижая силу ветра. Он также играет важную роль в возобновлении и развитии лесных массивов.

В мире деревьев и кустарников лишь немногие виды растений напочвенного покрова смогли приспособиться к специфическим условиям, созданным под их пологом. Наличие живого напочвенного покрова не связано с какой-либо особой связью с конкретными древесными породами, а обусловлено тем, что условия местообитания благоприятны как для древостоя, так и для растительности, образующей напочвенный покров. Сила последнего определяется составом и состоянием леса, его возрастом и густотой.

Хреновской бор представляет собой локальную, самостоятельную, хорошо дифференцированную популяцию, возникшую в период, наступивший, после последнего поздневалдайского оледенения. В данном лесном массиве процессы отбора происходили по уникальным направлениям, что обусловило исключительное разнообразие и неповторимую структуру как популяций в целом, так и микропопуляций в частности. В настоящий момент старовозрастные насаждения в данных борах являются резерватами генетической информации и представляют исключительный интерес в плане строения популяции древних лесов, без обладания которой невозможно создать высокопродуктивные насаждения – леса будущего [4].

Цель исследования – изучение видового разнообразия травянистых растений на особо охраняемых территориях Хреновского бора. К ним относится урочища: «Заказник», «Здоровье» и «Морозовская роща».

Материалы и методы исследования. Для исследования видового состава напочвенного покрова на особо охраняемых природных территориях Хреновского бора были заложены пробные площади.

Пробные площади были расположены на ровных территориях с минимальным выпадением деревьев и кустарников, на них насчитывалось более 200 деревьев доминирующей породы. Ширина равнялась расстоянию между крайними рядами полосы, увеличенному на половину ширины междурядий с каждой стороны. Возраст деревьев определялся по исходным данным [3]. Полная инвентаризация проводилась с точностью до 0,1 см (по диаметру) строго по рядам.

На всех пробных площадях создавались пробные площадки где проводилось геоботаническое описание. Согласно принятой методике, на каждом контрольном участке размещали 5 опытных полей размером 1,0 x 1,0 м, описывали травянистую растительность и заносили результаты в соответствующие бланки.

Результаты исследования и их обсуждения. Доминирующей породой на территории Хреновского бора является сосна обыкновенная (*Pinus sylstris* L.) таксационные данные древостоев на пробных площадях приведены в таблице 1.

Урочище «Заказник», занимающее левобережье реки Битюг, примыкает к территории учебного Хреновского лесного техникума представляет собой двухсотлетний сложный сор, который является переходным от субори к судубраве естественного происхождения трехъярусной структуры. Богатый набор травянистых видов растений почти полностью покрывает землю [2].

Таблица 1 – Таксационное описание пробных площадей ООПТ Хреновского бора

Тип леса	Состав древостоя	Возраст, лет	Высота древостоя, м	Средний диаметр, см	Класс бонитета	Полнота
Сосняк травяной с дубом ("Морозовская роща")	10С+Днн	250-150	36,0-41,0	71,0-98,0	Ia	0,5
Сосняк травяной с дубом ("Заказник")	10С	250	34	72,5	Ia	0,4
Сосняк дубовый	10С+Днн	270-130	31,0-27,0	75,0	I	0,4

«Морозовская роща» сохраняется на бугристо-котловинном рельефе надпойменной террасы Битюга [1]. Морозовская роща – остаток первобытных, дохозяйственных лесов массива. Двухсотлетние сосны – 35-41 м, высотой и диаметром до 1 м.

«Здоровье» – это уникальный памятник природы, расположенный в Хреновском бору Бобровского района Воронежской области. Данный объект представляет собой особо охраняемую природную территорию (ООПТ) областного значения, что свидетельствует о его высокой экологической и научной ценности.

Живой напочвенный покров не однороден и довольно разнообразен и сильно отличается от ЖНП сосняков. Результаты геоботанического описания приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Виды травянистой растительности ООПТ Хреновского бора

ООПТ	Виды травянистой растительности на пробных площадках
Урочище «Заказник» ТЛРУ В ₂ Тип леса Сосняк травяной с дубом	осока волосистая (<i>Carex pilosa</i> Scop.) ястребинка волосистая (<i>Pilosella officinarum</i> F.W. Schultz & Sch. Bip.) цмин песчаный (<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench) лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i> L.) подорожник большой (<i>Plantago maxima</i> Juss. ex Jacq.) кошачья лапка (<i>Senecio vulgaris</i> L.) молодило русское (<i>Sempervivum ruthenicum</i> (W.D.J. Koch) Schnittsp. & C.B. Lehm.) ландыш майский (<i>Convallaria majalis</i> L.) полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.) василек шершавый (<i>Centaurea scabiosa</i> L.) заячья капуста (<i>Oxalis acetosella</i> L.)
Санаторий «Здоровье» Тип леса Сосняк дубовый ТЛРУ С ₂	осока волосистая (<i>Carex pilosa</i> Scop.) цмин песчаный (<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench) лапчатка гусиная (<i>Potentilla anserina</i> L.) подорожник большой (<i>Plantago maxima</i> Juss. ex Jacq.) щитовник мужской (<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott)
«Морозовская роща» ТЛРУ В ₂ Тип леса Сосняк травяной с дубом	душица обыкновенная (<i>Origanum vulgare</i> L.) зверобой продырявленный (<i>Hypericum perforatum</i> L.) чистец лесной (<i>Stachys sylvatica</i> L.) тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> L.) вероника дубравная (<i>Veronica chamaedrys</i> L.) крестовник Якова (<i>Senecio jacobaea</i> L.) купена лекарственная (<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce) будра плющевидная (<i>Glechoma hederacea</i> L.) подорожник средний (<i>Plantago media</i> L.) орляк обыкновенный (<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn)

Заключение

В Хреновском бору на особо охраняемых природных территориях (урочище «Заказник», санаторий «Здоровье» и «Морозовская роща») живой напочвенный покров неоднороден и разнообразен. В связи с понижения и повышения создают локальные различия в увлажнении, температурном режиме и аэрации почвы, а также разной степенью освещенности.

На пробных площадках урочища «Заказник», живой напочвенный покров разнообразный и неоднородный. Встречаются виды, занесенные в Красную книгу.

В данном урочище была отмечена высокая антропогенная нагрузка, так как «Заказник», расположен рядом с населенным пунктом. На пробных площадках санатория «Здоровья» живой напочвенный покров очень плотный. Под пологом древостоя высота живого напочвенного покрова варьируется 25-

35 см. В низинах встречается щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott).

«Морозовская роща» расположена в значительном отдалении от населенного пункта. Здесь живой напочвенный покров довольно разнообразен. Здесь можно встретить как типичных представителей сосняков, так и некоторые заселенные виды.

Список литературы

1. Гаэль, А. Г. Возраст и классификация почв на эоловых песках степной зоны / А. Г. Гаэль, А. А. Трущевский // Известия АН СССР. – Серия География. – 1962. – № 4. – С. 3-9.

2. Лозовой, А. Д. Лесная вспомогательная книжка : (Лесотаксационный справочник работнику лесного хозяйства Центр-Чернозем. Региона России) / А. Д. Лозовой. – Воронеж : администрация Воронеж. обл., ВГЛТА, 1996. – 400 с.

3. Луговской, А. М. Сохранение эталонных семенных участков ООПТ Хреновской бор / А. М. Луговской. – Chronos. – 2021. – Т. 6. – № 2 (52). – С. 10-12.

4. Цепляев, А. Н. Хемотипическая изменчивость и микропопуляционная структура коренных сосняков Хреновского бора и ее значение для лесовосстановления / А. Н. Цепляев, Э. И. Трещевская : монография ; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Воронеж. гос. лесотехн. ун-т. – Воронеж : ВГЛТУ, 2019. – 120 с.

References

1. Gae`l`, A. G. Vozrast i klassifikaciya pochv na e`olovy`x peskax stepnoj zony` / A.G. Gae`l`, A.A. Trushhevskij // Izvestiya AN SSSR. – Seriya Geografiya. – 1962. – № 4. – P. 3-9.

2. Lozovoj, A. D. Lesnaya vspomogatel`naya knizhka : (Lesotaksacionny`j spravochnik rabotniku lesnogo xozyajstva Centr-Chernozem. Regiona Rossii) / A. D. Lozovoj. – Voronezh : administraciya Voronezh. Obl., VGLTA, 1996. – 400 p.

3. Lugovskoj, A.M. Soxranenie e`talonny`x semenny`x uchastkov OOPT Xrenovskoj bor. / A. M. Lugovskoj. – Chronos. – 2021. – Т. 6. – № 2 (52). – P. 10-12.

4. Ceplyaev, A. N. Xemotipicheskaya izmenchivost` i mikropopulyacionnaya struktura korenny`x sosnyakov Xrenovskogo bora i ee znachenie dlya lesovosstanovleniya / A. N. Ceplyaev, E`. I.Treshhevskaya : monografiya ; M-vo nauki i vy`ssh. obrazovaniya Ros. Federacii, Voronezh. gos. lesotexn. un-t. – Voronezh : VGLTU, 2019. – 120 p.

ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ООПТ ХРЕНОВСКОГО БОРА

Толбина И.А., преподаватель каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Цепляев А.Н., к.с.-х.н., профессор каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Попова В.Т., к.б.н., доцент каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Сохранение биологического разнообразия экологических систем, уникальных природных комплексов, и особо охраняемых природных территорий Хреновского бора – это одна из важных задач государства на современном этапе.

В условиях нарастающих темпов экономического развития страны, и усиления использования природных ресурсов актуальным становится вопрос дальнейшего совершенствования системы территориальной охраны природы. Те же условия определяют необходимость дальнейшего развития сети особо охраняемых природных территорий как действенной системы сохранения биологического разнообразия.

Целью нашего исследования дать оценку современному состоянию особо охраняемых природных территорий Хреновского бора: «Заказник», «Здоровье» и «Морозовская роща».

Ключевые слова: особо охраняемая природная территория, Хреновской бор, живой напочвенный покров, урочища «Здоровье», «Заказник», «Морозовская роща».

ASSESSMENT OF THE SANITARY CONDITION OF THE HOYEN BOR NATURAL RESERVE

Tolbina I. A., Lecturer, Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Tseplyaev A. N., PhD, Professor of the Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Popova V. T., PhD Associate, Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. Preserving the biological diversity of ecological systems, unique natural complexes, and specially protected natural areas, Khrenovsky Bor is one of the important tasks of the state at the present stage.

In the context of the growing pace of economic development of the country, and the strengthening of the use of natural resources, the issue of further improving the system of territorial nature protection is becoming relevant. The same conditions determine the need for further development of a network of specially protected natural areas as an effective system for preserving biological diversity.

The aim of the study is to assess the current state of the specially protected natural areas of the Khrenovsky pine forest: "Zakaznik", "Zdorovye" and Morozovskaya grove.

Keywords: specially protected natural area, Khrenovsky pine forest, tract "Health", "Reserve", "Morozovskaya Grove".

Введение. Сохранение биологического разнообразия экологических систем, уникальных природных комплексов, и особо охраняемых природных территорий Хреновского бора является одной из приоритетных задач государства на современном этапе его развития [5].

Территория Хреновского бора обладает уникальным набором ландшафтных комплексов: которые включают лесные, степные, болотные и речные элементы. Бор расположен на левом берегу реки Битюг, и его территория представляет собой комплекс ландшафтных участков пойменного и надпойменно-террасового типов местности [6]. Комплексное изучение

важнейших лесообразующих пород, к которым относится сосна обыкновенная, является актуальным направлением в лесокультурном производстве. На современном этапе развития науки необходимо совершенствовать способы искусственного лесоразведения, используя потенциал видов с целью создания полиморфных популяций и применяя инновационные достижения в области питомниководства.

В условиях нарастающих темпов экономического развития страны, и усиления использования природных ресурсов актуальным становится вопрос дальнейшего совершенствования системы территориальной охраны природы. Те же условия определяют необходимость дальнейшего развития сети особо охраняемых природных территорий как действенной системы сохранения биологического разнообразия.

Цель исследования – дать санитарную оценку современному состоянию трех особо охраняемых природных территорий Хреновского бора.

Материалы и методы исследования. В рамках всестороннего изучения текущего состояния сосновых особо охраняемых природных территорий Хреновского бора нами были заложены пробные площади. Применявшиеся в данном исследовании методология, методы и методики были тщательно выверены, исходя из поставленных задач и особенностей изучаемого объекта. Основным закон, регулирующий отношения в области особо охраняемых природных территорий (ООПТ) в России, – Федеральный закон от 14 марта 1995 года № 33-ФЗ «Об особо охраняемых природных территориях». Он неоднократно дополнялся и изменялся, последняя редакция вступила в силу 1 сентября 2023 года [1]. Официальные документы, регламентирующие статус ООПТ областного значения, включая Постановления Воронежского областного исполнительного комитета от 21 января 1969 года №55 и администрации Воронежской области от 28 мая 1998 года №500 «О памятниках природы на территории Воронежской области» [3].

При выборе территорий для закладки пробных площадей (ПП) принимались во внимание такие факторы, как минимальное количество выпавших деревьев и кустарников, а также ровный рельеф. Согласно требованиям ОСТ 56-69-83, участки древостоя подбирались с учетом сходства условий произрастания и таксационных характеристик, включая полноту главного яруса и видовой состав. Важно отметить, что ПП располагались на удалении не менее 30 метров от просек, дорог, опушек, вырубок и иных открытых участков, что позволило минимизировать влияние внешних условий

на результаты. Анализ санитарного состояния насаждений проводился с использованием установленных в соответствии с действующими «Правилами санитарной безопасности в лесах» [2].

Полный учет деревьев проводился с порядовой точностью, гарантируя достоверность и репрезентативность полученных данных. На основе первичных материалов определялся возраст древесных пород и их густота. Расчет суммарной площади поперечных сечений деревьев осуществлялся по стандартным таблицам, что обеспечило высокую точность определения среднего значения.

На каждом ПП были заложены пробные площадки размером 1х1 м для геоботанических описаний. Согласно методике, на каждом ПП располагалось по 5 таких площадок. На них детально оценивалась травянистая растительность, результаты фиксировались в соответствующих бланках.

Для индивидуальной визуальной оценки состояния деревьев в ходе сплошных перечетов применялись унифицированные диагностические признаки, установленные в соответствии с действующими «Правилами санитарной безопасности в лесах». Все деревья на ПП были распределены на следующие основные категории по степени ослабления: 1 – здоровые (без признаков ослабления); 2 – ослабленные; 3 – сильно ослабленные; 4 – усыхающие; 5 – погибшие; 5а – свежий сухостой; 5б – свежий ветровал; 5в – свежий бурелом; 5г – старый сухостой, 5д – старый ветровал; 5е – старый бурелом, что позволяет провести более детальный анализ состояния насаждений.

Статистическая обработка данных, полученных в результате сплошного перечета деревьев по диаметру на ПП, была выполнена на ЭВМ типа IBM с использованием специализированного программного обеспечения EXCEL.

Результаты исследования и их обсуждения. Урочище «Морозовская роща» природный памятник расположен в Вислинском участковом лесничестве, входящем в состав Хреновского лесничества, которое было выделено выдающимся российским лесоводом Г.Ф. Морозовым. Данная микропопуляция образована естественными и искусственно посаженными сосновыми деревьями. Сегодня это высокопродуктивный, плотный, устойчивый и жизнеспособный массив сосны обыкновенной (бор), возраст которого приближается к 270 годам. Деревья достигают высоты 40 метров и более, а их средний диаметр превышает 80 сантиметров. Расположение деревьев носит нерегулярный, хаотичный характер. В нижнем ярусе

растительности встречаются: *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula* и др. «Морозовская роща» – это один из красивейших участков леса. Насаждение представлено двухсотлетними соснами. Во 2 ярусе можно встретить дуб, высотой 17-20 м. Расположение деревьев носит нерегулярный, хаотичный характер. В подлеске встречается клен татарский (*Acer tataricum* L), вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall), береза пушистая (*Betula pubescens* Ehrh.), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), черемуха поздняя (*Prunus serotina* Ehrh.). Живой напочвенный покров разнообразен, так как состоит из растений обитающих в сосняках, а также тут можно встретить занесенные луговые виды. На ПП 90 % деревьев носят к категории здоровые, 9 % ослабленные, так как находятся в возрастном диапазоне 150-270 лет. В единичных можно встретить ослабленные, сильно ослабленные, усыхающие и погибшие. В насаждении можно наблюдать проплешины, из-за отсутствия деревьев.

Объект природного наследия регионального значения, урочище «Здоровье» расположен в границах Хреновского участкового лесничества. Сосновый бор в урочище «Заказник» поистине можно считать эталоном старовозрастного леса. Коренные сосняки здесь произрастают на относительно ровной поверхности надлуговой террасы, слегка нарушенной мелкими котловинами [3].

Данные исследования распределения деревьев сосны обыкновенной на экспериментальных пробных площадях в соответствии с различными категориями санитарного состояния приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Распределение деревьев сосны обыкновенной на пробной площади по категориям санитарного состояния

Пробная площадь	Распределение сосны по категориям состояния, шт.											Итого
	1	2	3	4	5	5а	5б	5в	5г	5д	5е	
Урочище «Заказник»												
1	188	2	-	-	-	-	-	-	3	-	-	193
2	190	0	-	1	-	-	-	7	3	-	-	201
3	207	5	-	-	-	-	-	5	5	-	-	222
4	200	-	-	-	-	-	-	5	15	-	-	220
5	178	2	-	-	-	-	-	3	5	-	-	188
Санаторий «Здоровье»												
1	169	5	1	-	-	2	-	1	-	-	-	178
2	172	-	3	-	-	1	-	-	-	-	-	176
3	135	-	-	4	-	-	-	3	-	-	-	142
4	151	1	1	4	-	-	-	-	-	-	-	160
5	129	5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	135
«Морозова роща»												
1	98	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105

2	93	15	1	-	1	-	-	-	-	-	-	110
3	111	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	111
4	80	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	107
5	94	3	2	3	1	-	-	-	-	-	-	103

Данный памятник природы характеризуется наличием древостоев зрелого возраста, возраст которых превышает 250 лет. Эти насаждения отличаются умеренной степенью устойчивости, высоким классом продуктивности (бонитет) и средней сомкнутостью крон. На территории урочища «Заказник» основной лесообразующую породой является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), также можно встретить дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). Подрост главной и второстепенной породы отсутствует. В подлеске встречается клен татарский (*Acer tataricum* L.), бузина обыкновенная (*Sambucus racemosa* L.), бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosus* Scop). Живой напочвенный покров не однороден и довольно разнообразен. В урочища «Заказник» были заложены пробные площади. На них проводилось распределение деревьев по категориям санитарного состояния. Нужно отметить, что основную массу составляют деревья 1 категории - здоровые. Но на ПП 1-5 можно встретить деревья относящиеся ко 2 категории, т.е. ослабленные. На ПП 2-4 появляются категория 5в – свежий бурелом, а на ПП 1-5 категория 5г – старый сухостой. Также отмечена антропогенная нагрузка, ПП находятся рядом с населенным пунктом.

Памятник природы «Здоровье», объект природного наследия областного значения основной лесообразующую породой является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). В единичных случаях на ПП можно встретить дуб черешчатый (*Quercus robur* L.). На ПП имеется подрост главной лесообразующей породы в возрасте от 14 до 23 лет. Подлесок довольно разнообразный представлен вязом гладким (*Ulmus laevis* Pall.), березой пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), рябиной обыкновенной (*Sorbus aucuparia* L.), грушей обыкновенной (*Pyrus communis* L.) и яблоней лесной (*Malus sylvestris* Mill.). Живой напочвенный покров не однороден, так как представлен луговой растительностью. На ПП было отмечено, что преобладает 1 категория санитарного состояния. В единичных случаях можно встретить 2,3 и 4 категории. Также стоит отметить что вблизи автомобильной дороги появляются категории 5а и 5в.

По данным таблицы видно, что в удовлетворительном состоянии находится урочище «Заказник», так как в нем наблюдается максимальное

выпадение древесной породы и большая антропогенная нагрузка. Также была дана оценка удовлетворительная «Морозовской рощи», так как насаждение находится на фазе распада, возрастная категория деревьев превышает 150-250 лет.

Санаторий «Здоровье» дана оценка хорошо, так как там наблюдается минимальное выпадение деревьев.

Заключение

Особо охраняемые территории Хреновского бора, на которых проводились исследования урочища: «Заказник», «Здоровье» и «Морозовская роща» находятся в хорошем и удовлетворительном состоянии.

Урочище «Заказник» расположен близко к населенному пункту, что является основной причиной начинающейся дигрессии. На ПП урочище «Заказник» выявлен свежий и старый сухостой, а также большая антропогенная нагрузка. Также отсутствует естественное возобновление главной лесообразующей породы. Живой напочвенный покров разнообразен, в нем можно встретить нетипичные виды. Насаждению дана оценка удовлетворительная.

На территории «Здоровье», было отмечено естественного возобновление в возрастном диапазоне от 14 до 23 лет. Также отмечено «Здоровье» находится в хорошем санитарном состоянии, но в единичных случаях можно встретить свежий сухостой и свежий бурелом, но только вблизи автомобильной дороги. Насаждение находится в хорошем санитарном состоянии.

«Морозовская роща» находится в удовлетворительном санитарном состоянии. Насаждения считается старовозрастным, и в нем можно наблюдать выпадение основной лесообразующей породы.

Список литературы

1. Федеральный закон "Об особо охраняемых природных территориях" от 14.03.1995 N 33-ФЗ. – URL: <https://base.garant.ru/10107990/>.
2. Правила санитарной безопасности в лесах ; утверждены приказом Минприроды России от 09 декабря 2020 г. № 20477. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573053313> (дата обращения 12.01.2026).
3. Постановление администрации Воронежской области от 28.05.1998 № 500 «О памятниках природы на территории Воронежской области». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/469708233>.

4. Луговской, А. М. Сохранение эталонных семенных участков ООПТ Хреновской бор / А. М. Луговской. – Chronos. – 2021. –Т. 6. –№ 2 (52). – С. 10-12.

5. Цепляев, А. Н. Современное состояние самого южного в лесостепи Хреновского бора / В. М. Максимов, А. Н. Цепляев // Восстановление лесов, ресурсо- и энергосберегающие технологии лесного комплекса : материалы межвузовской научно-практической конференции, посвященной 70-летию ВГЛТА, Воронеж, 27-29 сентября 2000 г. / ВГЛТА. – Воронеж, 2000. – С. 111-114.

6. Чернодубов, А. И. Сосна обыкновенная в островных борах юга Русской равнины / А. И. Чернодубов. – Воронеж : ИПЦ ВГПУ, 1998. – 68 с.

References

1. Federal Law "On Specially Protected Natural Areas" of March 14, 1995, No. 33-FZ. – URL: <https://base.garant.ru/10107990/>.

2. Forest Sanitary Safety Rules. Approved by Order of the Ministry of Natural Resources of Russia dated December 9, 2020, No. 20477. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573053313> (accessed January 12, 2026).

3. Resolution of the Voronezh Region Administration dated May 28, 1998, No. 500 "On Natural Monuments in the Voronezh Region". – URL: <https://docs.cntd.ru/document/469708233>.

4. Lugovskoy, A. M. Preservation of Reference Seed Plots of the Khrenovsky Bor Protected Area / A. M. Lugovskoy. – Chronos. – 2021. – Vol. 6. – No. 2 (52). – Pp. 10-12.

5. Tseplyaev, A. N. Current state of the southernmost Khrenovsky pine forest in the forest-steppe / V. M. Maksimov, A. N. Tseplyaev // Forest restoration, resource- and energy-saving technologies of the forest complex: materials of the interuniversity scientific and practical conference dedicated to the 70th anniversary of VGTU, Voronezh, September 27-29, 2000 / VGTU. – Voronezh, 2000. – P. 111-114.

6. Chernodubov, A. I. Scots pine in the island pine forests of the south of the Russian Plain / A. I. Chernodubov. – Voronezh : IPC VSPU, 1998. – 68 p.

СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ПРЕДГОРЬЯХ ВОСТОЧНОГО СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Штепа Е.Н., к. с.-х. н., доцент каф. ландшафтной архитектуры и почвоведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В статье представлены результаты исследований искусственных лесных насаждений в предгорных районах восточного Северного Кавказа на территории Карачаево-Черкесской Республики. Рассмотрены вопросы сохранения и повышения биоразнообразия растительных сообществ через создание смешанных культур древесных пород. Изучены состояние, рост и продуктивность насаждений дуба черешчатого, ясеня обыкновенного, клёна остролистного, клёна белого и других видов, созданных на вырубках, бывших сельскохозяйственных землях и в составе государственной защитной лесной полосы «Черкесск – Элиста – Волгоград». Показано, что искусственные лесонасаждения не только выполняют защитные и климаторегулирующие функции, но и способствуют формированию устойчивых биогеоценозов с высоким уровнем видового разнообразия. Особое внимание уделено влиянию состава культур, методов их создания и ухода на экологическую устойчивость и фитоценотическую структуру насаждений. Результаты работы могут быть использованы при планировании лесовосстановительных мероприятий в горных и предгорных регионах Юга России.

Ключевые слова: биоразнообразие, лесовосстановление, искусственные насаждения, предгорья Северного Кавказа, Карачаево-Черкесия, смешанные культуры, сохранение растительных сообществ.

CONSERVATION OF BIODIVERSITY OF ARTIFICIAL FOREST PLANTATIONS IN THE FOOTHILLS OF EASTERN NORTH CAUCASUS

Shtepa E.N., PhD in agriculture, associate professor at the department of landscape architecture and soil Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. The article presents the results of research on artificial forest plantations in the foothills of eastern North Caucasus in the territory of Karachaevo-Cherkese Republic. Considered the issues of conservation and enhancement of biodiversity of plant communities through the creation of mixed crops of tree species. The state, growth and productivity of oak tree plantations of cherrywood, common ash, short-leaved maple, white maple and other species created in felling, former agricultural lands and as part of the state protective forest strip «Cherkesk - Elista - Volgograd» were studied. It was shown that artificial afforestation not only performs protective and climate-regulating functions, but also contributes to the formation of sustainable biogeozoals with a high level of species diversity. Particular attention is paid to the influence of crop composition, cultivation and care methods on environmental sustainability and plant structure. The results of the work can be used in the planning of reforestation activities in mountain and pre-mountain regions of Southern Russia.

Keywords: biodiversity, reforestation, artificial plantations, foothills of the North Caucasus, Karachaevo-Cherkessia, mixed crops, conservation of plant communities.

Введение. Леса Северного Кавказа, особенно дубравы, играют ключевую роль в поддержании экологического баланса региона, выполняя водоохранные, почвозащитные и климаторегулирующие функции. Однако активная эксплуатация лесных ресурсов, антропогенное воздействие и изменение климатических условий приводят к деградации естественных лесных экосистем, сокращению биоразнообразия и снижению их продуктивности [2, 3]. Особую актуальность приобретают вопросы искусственного лесовосстановления, направленного не только на восстановление древесного покрова, но и на сохранение и обогащение видового состава растительных сообществ. В восточной части Северного Кавказа, включая Карачаево-

Черкесскую Республику, проблемы восстановления дубрав и других лесных формаций изучены недостаточно, что определяет необходимость проведения комплексных исследований в данном направлении [1, 4].

Цель исследования – оценка состояния, роста и продуктивности искусственных лесных насаждений в предгорьях Восточного Северного Кавказа, а также анализ их роли в сохранении и повышении биоразнообразия растительных сообществ. Особое внимание уделялось изучению видового состава, структуры и динамики искусственных насаждений, созданных на вырубках, бывших сельскохозяйственных землях и в составе государственных защитных лесных полос.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на территории Карачаево-Черкесской Республики в пределах Кубанского лесничества. В качестве объектов изучения выбраны искусственные насаждения дуба черешчатого (*Quercus robur* L.), ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), клёна остролистного (*Acer platanoides* L.), клёна белого (*Acer pseudoplatanus* L.) и других древесных пород, созданные в период с 1940-х по 1960-е годы.

Методика включала закладку постоянных пробных площадей (13 площадей размером 0,1-0,5 га), проведение сплошного перечёта деревьев с измерением таксационных показателей (высоты, диаметра), оценке сохранности и товарной структуры. Для анализа роста насаждений использовались модельные деревья (ход роста по диаметру и высоте) [5]. Оценка биоразнообразия проводилась на основе учёта видового состава древостоя, подлеска и напочвенного покрова. Статистическая обработка данных выполнялась с использованием программы STATISTICA 6.0 и Microsoft Excel 2010.

Результаты исследования и их обсуждение. Искусственные насаждения дуба черешчатого показали высокую продуктивность в условиях свежих дубрав (тип лесорастительных условий D₂). В смешанных культурах с ясенем обыкновенным отмечено улучшение почвенных условий и повышение устойчивости насаждений. Доля деловых и полуделовых стволов дуба достигала 60 %, что свидетельствует о высоком качестве древостоев.

Культуры ясеня обыкновенного продемонстрировали наилучшие показатели роста на серых лесных почвах. Чистые и смешанные насаждения

ясеня характеризовались высокой полнотой (0,8-0,9) и запасом древесины до 300 м³/га. Участие сопутствующих пород (клён остролистный, бук восточный) способствовало улучшению структуры древостоя и повышению биоразнообразия.

Клён белый (явор) проявил себя как ценная сопутствующая порода, способствующая обогащению видового состава и улучшению микроклиматических условий. Однако в чистых культурах его рост уступал ясеню обыкновенному.

Государственная защитная лесная полоса «Черкесск – Элиста – Волгоград» представляет собой устойчивый искусственный биогеоценоз, включающий разнообразные древесные и кустарниковые виды. Наиболее успешными здесь оказались насаждения с участием дуба черешчатого, ясеня обыкновенного и ореха грецкого. Отмечается положительное влияние полосы на почвенные условия и увеличение биоразнообразия прилегающих территорий.

Сохранение биоразнообразия в искусственных насаждениях обеспечивается за счет:

- использования смешанных культур с участием местных и интродуцированных видов;
- проведения своевременных лесоводственных уходов (осветления, прочистки);
- сохранения подлеска и естественного возобновления.

Выводы.

1. Искусственные лесные насаждения в предгорьях Восточного Северного Кавказа являются эффективным средством восстановления и сохранения биоразнообразия растительных сообществ.
2. Наибольшую устойчивость и продуктивность демонстрируют смешанные культуры с участием дуба черешчатого, ясеня обыкновенного и клёна остролистного.
3. Государственные защитные лесные полосы выполняют не только мелиоративные функции, но и служат резерватами биоразнообразия, обогащая видовой состав флоры региона.
4. Для повышения эффективности лесовосстановительных работ необходимо учитывать экологические особенности древесных пород, типы

лесорастительных условий и проводить регулярный мониторинг состояния насаждений.

Список литературы

1. Кулакова, Е. Н. Искусственные насаждения в предгорьях востока Северного Кавказа / Е. Н. Кулакова, А. И. Чернодубов. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет, 2019. – 148 с. – EDN ZAEJAT.
2. Кулик, К. Н. Роль защитного лесоразведения в борьбе с засухой и опустыниванием агроландшафтов / К. Н. Кулик, А. И. Беляев, А. М. Пугачева // Аридные экосистемы. – 2023. – Т. 29, № 1 (94). – С. 4-14. – DOI 10.24412/1993-3916-2023-1-4-14. – EDN CSZXWA.
3. Манаенков, А. С. Подходы к улучшению состояния полей защитных лесных полос на Северном Кавказе / А. С. Манаенков // Лесоведение. – 2023. – № 4. – С. 412-426. – DOI 10.31857/S002411482304006X. – EDN XRUXLH.
4. Манаенков, А.С. Биогеографические аспекты оценки эффективности защиты пахотных земель лесными полосами / А.С.Манаенков, Е.А. Корнеева // Вестник Московского университета. Серия 5: География. – 2021. – № 3. – С. 48-54. – EDN: YPPDVR.
5. Савиных, Н. П. Состояние и динамика биоразнообразия при искусственном восстановлении сосняков / Н. П. Савиных, О. Н. Пересторонина, С. В. Шабалкина // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2018. – № 3. – С. 301-316. – DOI 10.26456/vtbio19. – EDN YXEMDJ.
6. Pietrzykowski M., Krzaklewski W. et al. Soil organic matter and nutrient cycling in forest ecosystems. – Environmental Monitoring and Assessment, 2015. – Vol. 187. – P. 345–358.

References

1. Kulakova, E. N. Artificial plantations in the foothills of the eastern North Caucasus / E. N. Kulakova, A. I. Chernodubov. – Voronezh : Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 2019. – 148 pp. – EDN ZAEJAT.
2. Kulik, K. N. The role of protective forestry in combating drought and desertification of agro-landscapes / K. N. Kulik, A. I. Belyaev, A. M. Pugacheva //

Arid ecosystems. – 2023. – T. 29, 1 (94). – C. 4-14. – DOI 10.24412/1993-3916-2023-1-4-14. – EDN CSZXWA.

3. Mananenkov, A. S. Approaches to the improvement of the state of protective forest strips in the North Caucasus / A. S. Mananenkov // Forestry. – 2023. – 4. – S. 412-426. – DOI 10.31857/S002411482304006X. – EDN XRUXLH.

4. Mananenkov, A. S. Biogeographic aspects of evaluation of effectiveness of protection of arable land by forest strips/ A. S. Mananenkov, E. A. Korneeva // Bulletin of the Moscow University. Series 5: Geography. 2021. – 3. – P. 48-54. – EDN: YPPDVR.

5. Savinykh, N. P. State and dynamics of biodiversity in artificial restoration/ N. P. Savinykh, O. H. Perostonina, S. V. Shabalkin // Journal of the Tver State University. Series: Biology and ecology. – 2018. – 3. – C. 301-316. – DOI 10.26456/vtbio19. – EDN YXEMDJ.

6. Pietrzykowski M., Krzaklewski W. et al. Soil organic matter and nutrient cycling in forest ecosystems. – Environmental Monitoring and Assessment, 2015. – Vol. 187. – P. 345–358.

IN SITU AND EX SITU CONSERVATION STRATEGIES FOR BOSNIAN PINE (*Pinus heldreichii* Christ.) IN BOSNIA AND HERZEGOVINA

Dorđe Rakita, undergraduate student, Faculty of Forestry, University
of Banja Luka, Republika Srpska, Bosnia and Herzegovina

Branko Mandić, undergraduate student, Faculty of Forestry, University
of Banja Luka, Republika Srpska, Bosnia and Herzegovina

Abstract: Bosnian pine (*Pinus heldreichii* Christ.) is a Tertiary relict and a sub-endemic species of the Balkan Peninsula. Although globally classified as a species of Least Concern (IUCN: LC), populations in Bosnia and Herzegovina face critical threats. This paper analyzes the ecological and genetic aspects of the species, utilizing data from scientific literature and official environmental databases. The main identified threats include illegal logging, anthropogenic fires, and legislative inconsistencies between entity-level legislation (Federation of Bosnia and Herzegovina and Republika Srpska) and national legislation. The results indicate the need for an integrated approach: strict *in situ* protection (establishing a protected area to encompass the natural habitats of the Bosnian pine) and *ex situ* methods (gene banks, afforestation, and the establishment of plantations) to ensure the survival of the species.

Keywords: *Pinus heldreichii*, conservation, *in situ*, *ex situ*, Bosnia and Herzegovina.

1. INTRODUCTION: Bosnian pine (*Pinus heldreichii* Christ., syn. *Pinus leucodermis* Antoine) is a Tertiary relict species and a sub-endemic taxon belonging to the Balkan-Apennine floristic group [1]. The species includes the oldest known living woody plant specimen in Europe - a *Pinus heldreichii* individual located in Pollino National Park (Italy), estimated to be 1230 years old [34]. In Bosnia and Herzegovina, the species is primarily distributed on the Herzegovinian karst massifs [2]. It typically inhabits highly rocky limestone substrates, earning it the moniker "the tree of the stone desert" [3]. Despite its resilience, the species is becoming

increasingly vulnerable due to habitat fragmentation, climate change, and illegal activities [4].

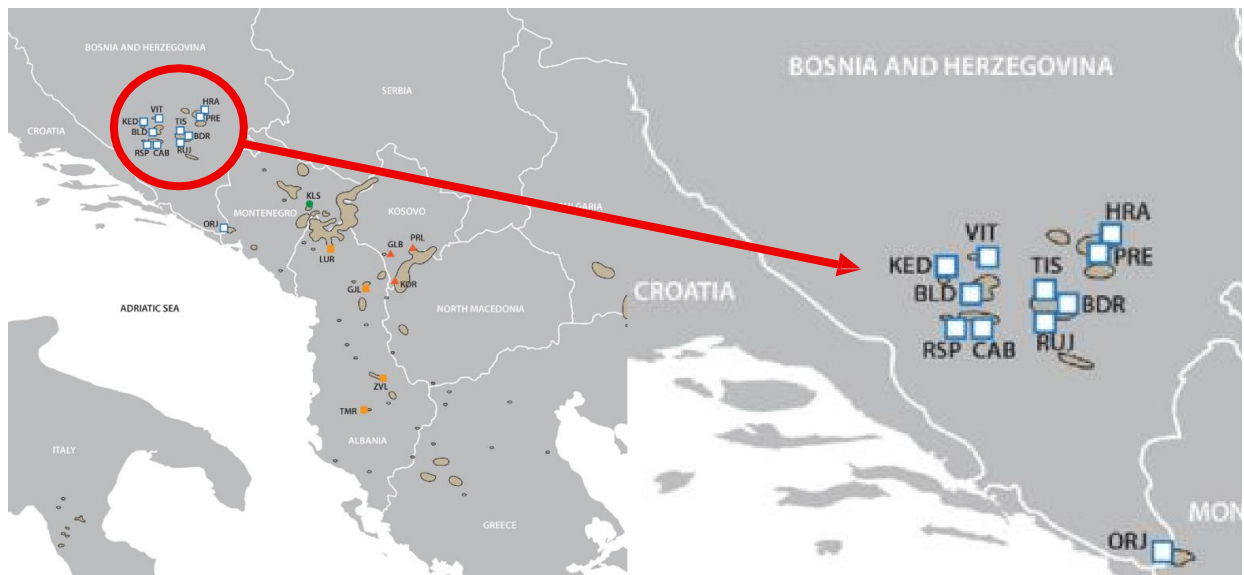


Figure 1 – Distribution of Bosnian pine (*Pinus heldreichii* Christ.) in Europe and Bosnia and Herzegovina.

2. OBJECTIVES: The aim of this paper is to synthesize scientific data and other sources in order to:

1. Identifying threats to the conservation of the species.
2. Clarifying the current legal and conservation status of the species.
3. Proposing a long-term conservation strategy based on regional best practices.

3. MATERIALS AND METHODS: The study is based on inductive and deductive analytical approaches, including analysis, synthesis, and interpretation of primary and secondary literature sources. Data on the distribution, ecological requirements, reproductive biology, and genetic structure of the species were analyzed. A comparative approach was used to evaluate previous field and laboratory studies, with a specific focus on the following segments:

- Ecological studies: A detailed analysis of habitat conditions (edaphic and climatic factors) based on key studies conducted in the Herzegovinian karst [3] and specific phytocoenological analyses on Mount Prenj [31].
- Genetic research: A review and comparison of the results of

morphometric and molecular-cytogenetic analyses conducted by national and international researchers [17, 18, 19]. The analysis included variability parameters of seeds, cones, and the genome.

- Conservation biology: Evaluation of conservation strategies according to international IUCN guidelines [5, 6] and EUFORGEN technical guidelines [7], with application of forest genetic resource conservation principles within the legal framework of Bosnia and Herzegovina [8, 9, 27].

The methodological framework also includes the synthesis of data from digital databases and official reports on the threat status of natural Bosnian pine stands, with the aim of developing recommendations for an integrated conservation model.



Figure 2 – Bosnian pine conquering high mountains (Prenj, BiH)



Figure 3 – Bosnian pine in the Pollino National Park (Italy)

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Legal Status and Categorization

At the global level, *P. heldreichii* is listed on the IUCN Red List as a species of Least Concern (LC) [5, 6]. However, its status in Bosnia and Herzegovina (BiH) is more critical. In the Republika Srpska, it is a strictly protected species according to the Law on Nature Protection [9] and the Law on Forests [8], prohibit commercial activities within its natural stands. [10]. In the Federation of BiH, the species is on the Red List, but field reports indicate a serious lack of law enforcement [4]; furthermore, it should be noted that the Federation of BiH currently lacks a functional Law on Forests.

4.2 Ecological Adaptation Capacity

Bosnian pine is a pioneer species capable of colonizing inaccessible terrains

[11, 12]. Studies report high germination rates of fresh seeds (80%), which drop sharply after storage [13]. Natural regeneration is hindered by livestock grazing, which destroys seedlings—a fact confirmed by data on community recovery in Pollino National Park (Italy), where seedling survival significantly increased following the reduction of anthropogenic activities [14, 15]. As the species forms the upper vegetation limit within its habitats [1], it demonstrates high tolerance to extreme environmental conditions; however, it remains threatened by multiple pressures and reduced adaptive potential. [18, 19].

4.3 Specific Threats

A critical threat identified in the Herzegovinian massifs (Prenj, Čvrsnica) is the occurrence of anthropogenic fires [4, 16]. These fires are often deliberately set to allow subsequent legal harvesting of burned timber under the category of “sanitary logging,” which can then be sold at high prices in Central Europe [16]. Furthermore, climate change is shifting the species' refugial boundaries to even higher altitudes [2].

4.4 Genetic Variability and Its Significance

Research on morphometric characteristics shows that populations in BiH are genetically similar, indicating relatively recent genetic connectivity. However, a potential threat to community conservation in the future is the risk of inbreeding due to current isolation [17]. Molecular analyses confirm low intra-population variability in BiH, which reduces their adaptive potential.

4.5 Conservation Examples and Future Activities

- *In situ*: Successful conservation practices are documented in the Ali Botush Reserve (Bulgaria) and Pirin National Park, home to the largest Bosnian pine forests in the Balkans [12], as well as in reserves in Albania covering 159 ha of habitat, and Sharr Mountains National Park (Serbia) [7, 20]. In BiH, approximately 260 ha have been designated as High Conservation Value Forests (HCVF) across several sites ("Vran", 65 ha - Prozor; "Prenj", 40 ha - Konjic; "Rujište", 50 ha - Mostar; "Čvrsnica", 50 ha - Posušje; "Hranislava", 50 ha - Hadžići) [35, 36]. Stands larger than 20 ha consisting of indigenous individuals, not surrounded by non-native (allochthonous) species, can serve as the foundation for the gene pool conservation of Bosnian pine [7]. In BiH, it is necessary to grant a higher protection status to stands currently excluded from regular forest management. Proclaiming the Prenj-Čvrsnica-Čabulja National Park represents the most sustainable solution for long-term survival [21].

- *Ex situ*: Individual efforts, such as the reforestation of Mount Leotar, demonstrate the potential for successful introduction into degraded karst landscapes [22]. Although these are small steps, they highlight the many difficulties a formal conservation program might encounter. Official strategies must include cryobanks for long-term storage of pollen and embryos [7, 23], seed collection, and nursery production to enable reintroduction and afforestation. The technical properties of Bosnian pine wood, such as high resin quality, along with its significant ecological contribution to biodiversity, further justify investment in these programs [24, 25].

5. CONCLUSION: *Pinus heldreichii* represents a relict species of exceptional ecological and historical importance that requires urgent institutional support. Although its global conservation status is stable, local populations in Bosnia and Herzegovina are experiencing severe decline and habitat degradation [4]. Effective conservation requires coordinated implementation of strict legal enforcement, the establishment of new protected areas, and targeted *in situ* conservation programs. [27, 28, 29]. Ultimately, the conservation of Bosnian pine represents not only a biological challenge but also an effort to safeguard natural heritage for future generations [30, 31, 32, 33].



Figure 4 – Bosnian pine – Pirin
(foto: Panayotov 2007.)

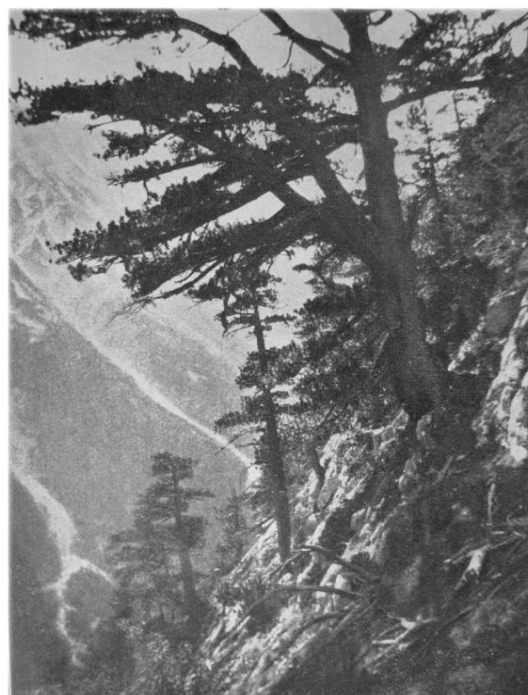


Figure 5 – Bosnian pine – Pirin
(foto: Müller 1925.)

References

References

1. Cvjetićanin, R., Brujić, J., Perović, M., Stupar, V. (2016): *Dendrologija*. Univerzitet u Beogradu, str. 88-102.
2. Meštrović, A. (1999): Uspijevanje munike (*Pinus heldreichii* Christ) u Hercegovini. *Glasnik za šumske pokuse*, 35, str. 191-236. Zagreb.
3. Müller, K.M. (1929): Aufbau, Wuchs und Verjüngung der südosteuropäischen Urwälder. Eine waldbauliche Studie über den Urwald unserer Zone überhaupt, Hannover
4. Bljesak.info (2018): Prenj i Čvrsnica devastirani – brutalna sječa munike. Izvor: <https://bljesak.info/gospodarstvo/industrija/258464>
5. IUCN Red List (2024): *Pinus heldreichii*. Izvor: <https://www.iucnredlist.org/species/42368/95725658>
6. Wikipedia (2024): IUCN Crveni popis. Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/IUCN-ov_crveni_popis
7. Vendramin, G.G., Fineschi, S., Fady, B. (2008): Bosnian pine (*Pinus heldreichii* syn. *Pinus leucodermis*). EUFORGEN Technical Guidelines for Genetic Conservation and Use 6 p. ISBN:978-92-9043-789-5 https://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Publications/Technical_guidelines/Technical_guidelines_Pinus_heldreichii.pdf
8. Vlada RS (2009): Zakon o šumama Republike Srpske. Izvor: <https://www.vladars.net/sr-SP-Cyrl/Vlada/Ministarstva/mps/Documents/Zakon%20o%20sumama%2017%2010%2009.pdf>
9. CIN (2020): Zakon o zaštiti prirode. Republike Srpske. Izvor: <https://cin.ba/wp-content/uploads/2020/09/Zakon-o-za%C5%A1titi-prirode-Republike-Srpske.pdf>
10. E-Priroda RS (2024): Flora details – *Pinus heldreichii*. Izvor: <http://e-priroda.rs.ba/en/flora/details/6097/>
11. Plantea (2024): Munika (*Pinus heldreichii*). Izvor: <https://www.plantea.com.hr/munika/>
12. Wikipedia (2024): Ali Botush Reserve. Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Ali_Botush_Reserve
13. Fukarek, P. (1942): Sjemenke i klice munike. *Šumarski list*, 3, str. 77-88. Zagreb.

14. Todaro, L. et al. (2007): Response of *Pinus leucodermis* to climate and anthropogenic activity in the National Park of Pollino. *Biological Conservation*, 137(4), str. 507-519.
15. National Geographic (2018): Europe's Oldest Tree Found in Italy. Izvor: <https://web.archive.org/web/20180525120727/https://news.nationalgeographic.com/2018/05/oldest-tree-europe-italy-pine-climate-science/>
16. Bljesak.info (2017): Skupocjena munika razlog požarima u Hercegovini. Izvor: <https://bljesak.info/vijesti/flash/skupocjena-munika-razlog-pozarima-u-hercegovini/193184>
17. Ballian, D. i sar. (2005): Procjena nekih morfoloških značajki munike (*Pinus heldreichii* Christ.) u dijelu areala. *Šumarski list*, CXXIX (9-10), str. 475-480. Zagreb.
18. Bogunić, F., i sar. (2003): Genome size of five *Pinus* species from Balkan region. *Plant Cell Rep.*, 22, str. 59–63.
19. Bogunić, F. (2004): *Molekularno citogenetička diferencijacija i veličina genoma vrsta Pinus heldreichii Christ. i Pinus nigra Arnold.* Magistarski rad, PMF Sarajevo.
20. Wikipedia (2024): Nacionalni park Šar-planina. Izvor: https://sr.wikipedia.org/sr-ec/Nacionalni_park_Šar-planina
21. Posusje.net (2024): Prenj, Čabulja i Čvrstica zaslužuju biti nacionalni parkovi. Izvor: <https://posusje.net/prenj-cabulja-cvrstica-zasluzuju-biti-nacionalni-parkovi/>
22. Moja Hercegovina (2024): Vojislav Prelević na Leotaru uzgaja endemsko drvo muniku. Izvor: <https://mojahercegovina.com/vojislav-prelevic-na-leotaru-uzgaja-endemsko-drvo-muniku/>
23. Šijačić-Nikolić, M., Milovanović, J. (2007): *Konzervacija i usmereno korišćenje šumskih genetičkih resursa.* Glasnik Šumarskog fakulteta, Beograd.
24. Horvat, I. (1948): Prilog poznavanju tehničkih svojstava munikovine. *Glasnik za šumske pokuse*, 9, str. 157-171. Zagreb.
25. Pejovski, B. (1951): Smola i balsam munike. *Šumarski list*, 1-2, str. 87-93. Zagreb.
26. Mataruga, M. i sar. (2013): *Program očuvanja šumskih genetičkih resursa Republike Srpske 2013-2025.* Banjaluka.
27. Maxted, N., i sar. (1997): *Plant Genetic Conservation. The in situ Approach.* Chapman and Hall, London.

28. Blockhus, J.M. i sar. (1992): *Conserving biological diversity in managed tropical forests*. IUCN, Gland.
29. Beus, V. (2014): Munika – pogodna vrsta za urbano zelenilo. *Naše šume*, 36-37, str. 35-37. Sarajevo.
30. Fukarek, P. (1966): Zajednice endemne munike na planini Prenju. *Acta botanica Croatica*, XXV, str. 61-83. Zagreb.
31. Šilić, Č. (2005): *Atlas dendroflora Bosne i Hercegovine*. Matica hrvatska Čitluk, str. 28.
32. Marković, Lj. (1950): O unapređenju i proširenju naših borovih šuma. *Šumarski list*, 6, str. 252-258. Zagreb.
33. Piovesan, G., Biondi, F., Baliva, M., Presutti Saba, E., Calcagnile, L., Quarta, G., D'Elia, M., De Vivo, G., Schettino, A., & Di Filippo, A. (2018): The oldest dated tree of Europe lives in the wild Pollino massif: Italus, a strip-bark Heldreich's pine. *Ecology*, 99(7), 1682–1684. <https://doi.org/10.1002/ecy.2231>
34. Pintarić, K. (2002): Šumsko-uzgojna svojstva važnijih vrsta šumskog drveća. Udruženje šumarskih inženjera i tehničara Federacije Bosne i Hercegovine (UŠIT), Sarajevo.
35. Govedar, Z. (2011): Gajenje šuma - ekološke osnove. Šumarski fakultet Univerziteta u Banjaluci, Banjaluka.

СЕКЦИЯ 4. ДЕКОРАТИВНОЕ ДРЕВОВОДСТВО И ПИТОМНИКОВОДСТВО

DOI: 10.58168/CSTIBSPC2026_384-389

УДК 630*232.3:579.64

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОДБОРА КОНЦЕНТРАЦИЙ НОВОГО АМИНОКИСЛОТНОГО БИОПРЕПАРАТА ДЛЯ ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКОВ МЕТОДОМ ДИХОТОМИИ

Гордиенко И.М., аспирант ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Брындина Л.В., д. с.-х. н., профессор кафедры, кафедра безопасности жизнедеятельности и правовых отношений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Работа посвящена решению актуальной задачи питомниководства – поиску эффективных и экономичных стимуляторов роста для семян древесных растений. Получен экспериментальный препарат для листовой подкормки на основе ферментативного гидролизата подсолнечного шрота с использованием штамма актиномицетов *Streptomyces sp.* AC-1324 (ВКПМ). Для определения биологической активности препарата применен алгоритмический подход, основанный на методе дихотомии (бинарного поиска), вместо традиционного эмпирического подбора доз. Исследован ряд концентраций, полученный последовательным разведением в 2 раза. Установлено, что оптимальная концентрация, обеспечивающая максимальный ростостимулирующий эффект, составляет 3,125%. Концентрация 6,25% также показала эффективность, но является менее экономически целесообразной. Предложенный метод позволяет ускорить внедрение инновационных биопрепаратов в практику лесовосстановления.

Ключевые слова: лесные питомники, актиномицеты, гидролиз шрота, метод дихотомии, бинарный поиск, аминокислотные удобрения, семена.

OPTIMIZATION OF THE CONCENTRATION OF A NEW AMINO ACID BIOPREPARATION FOR FOREST NURSERIES USING THE DICHOTOMY METHOD

Gordienko I.M., graduate student of the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh
Bryndina L.V., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department, Department of Life Safety and Legal Relations, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. The paper addresses a relevant task in nursery management — finding effective and economical growth stimulants for tree seedlings. an experimental preparation for foliar feeding was obtained based on enzymatic hydrolysate of sunflower meal using the actinomycete strain *Streptomyces sp.* AC-1324 (VKPM). To determine the biological activity of the preparation, an algorithmic approach based on the dichotomy method (binary search) was applied instead of traditional empirical dose selection. A range of concentrations obtained by sequential 2-fold dilution was investigated. It was established that the optimal concentration providing the maximum growth-stimulating effect is 3.125 %. The concentration of 6.25 % also showed effectiveness but is less economically feasible. The proposed method allows accelerating the introduction of innovative biological preparations into reforestation practice.

Keywords: forest nurseries, actinomycetes, meal hydrolysis, dichotomy method, binary search, amino acid fertilizers, seedlings.

Введение. Повышение качества посадочного материала и интенсификация выращивания саженцев являются приоритетными задачами современного декоративного лесоводства и лесного питомниководства. Перспективным направлением является использование биологически активных веществ, полученных путем переработки отходов агропромышленного комплекса. В частности, подсолнечный шрот, являющийся крупнотоннажным отходом масложировой промышленности, содержит значительное количество

белков, которые посредством микробного гидролиза могут быть трансформированы в доступные для растений аминокислотные комплексы [1].

Однако быстрое внедрение новых препаратов в практику питомников часто сдерживается сложностью определения их эффективной рабочей концентрации. Традиционные методы, такие как «слепой поиск» или использование десятичных разведений 1:10, 1:100 часто приводят к пропуску физиологического оптимума или перерасходу ценного экспериментального материала. В работе продемонстрирована эффективность применения алгоритмического подхода (метода дихотомии) для точного определения оптимальной дозировки нового аминокислотного препарата.

Цель исследования – оптимизация методики подбора эффективных концентраций нового аминокислотного биопрепарата, полученного путем ферментативного гидролиза подсолнечного шрота штаммом *Streptomyces sp.* AC-1324. Ключевой задачей является определение оптимальной дозировки для листовой подкормки растений с применением алгоритма дихотомического деления (также известного как метод бинарного поиска или метод деления отрезка пополам), что позволяет минимизировать расход экспериментального материала и повысить точность выявления физиологического оптимума по сравнению с эмпирическими методами.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования выступал экспериментальный препарат, полученный в лабораторных условиях. В качестве продуцента использован штамм актиномицетов *Streptomyces sp.* AC-1324 из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (ВКПМ). Субстратом для ферментации служил подсолнечный шрот. В процессе культивирования штамм AC-1324 продуцировал комплекс протеолитических и целлюлозолитических ферментов, осуществляя гидролиз целлюлозы и белков шрота до свободных аминокислот, пептидов и углеводов [4]. Полученный гидролизат использовался для приготовления рабочих растворов [5].

В качестве модельного объекта использовались листья редиса посевного *Raphanus sativus*, как типичной модельной культуры. Вместо классической линейки концентраций была применена модификация алгоритма бинарного поиска – метод деления отрезка пополам. За начальную точку (100 %) принимался исходный жидкий гидролизат. Каждая последующая концентрация

получалась разбавлением предыдущей в 2 раза. Исследуемый ряд концентраций (по массе): 100 % → 50 % → 25 % → 12,5 % → 6,25 % → 3,125 % → 1,562 %.

Оценку эффективности проводили путем определения прироста сухой массы листовой пластины. Образцы высушивали до постоянного веса термовесовым методом при температуре 105°C в соответствии с общепринятыми методиками физиологии растений [2].

Результаты исследования и их обсуждение. Применение алгоритма дихотомического деления позволило выявить нелинейный характер реакции тест-объекта на обработку препаратом. На первом этапе экспериментального подбора высокие концентрации (100 %, 50 %, 25 %) показали ингибирующий эффект, что может объясняться высоким осмотическим давлением раствора и избыточной концентрацией метаболитов, характерной для неразбавленных гидролизатов.

Зона положительного физиологического отклика была обнаружена в диапазоне ниже 12,5 %. Данные по влиянию концентраций на ростовые процессы представлены на рисунке 1.

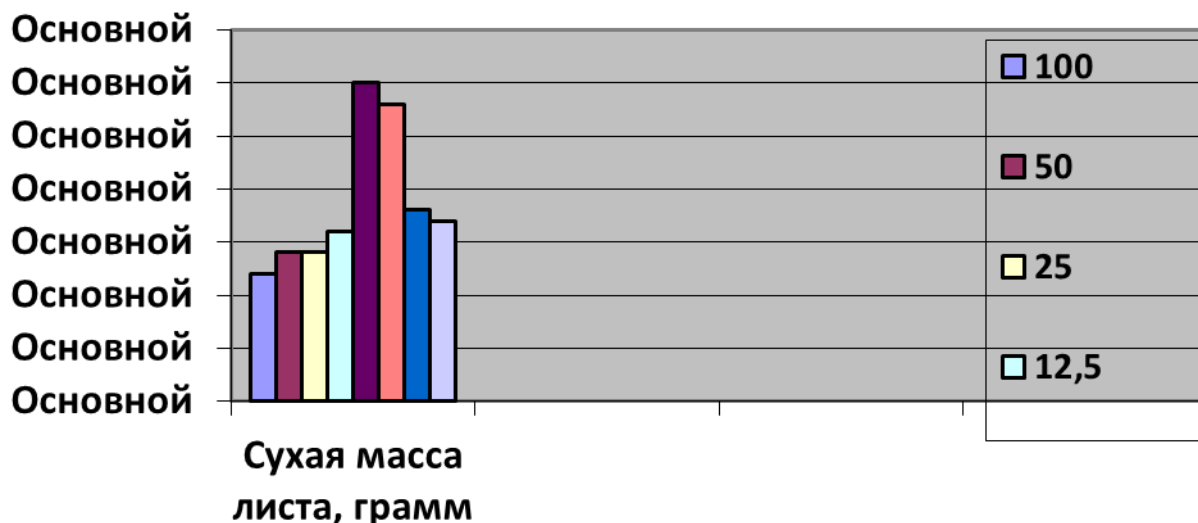


Рисунок 1 – Зависимость прироста сухой биомассы листьев от концентрации препарата

Анализ данных показал следующее:

1. Концентрация 12,5 % являлась пороговой (эффект на уровне контроля или незначительная стимуляция).

2. При разведении до 6,25 % наблюдался выраженный стимулирующий эффект, превышающий контроль на 14 %.

3. Дальнейшее применение шага бинарного поиска (деление 6,25 % на 2) привело к концентрации 3,125 %. В данной точке зафиксирован оптимальный биологический эффект – увеличение сухой массы листовой пластины на 12,5 % при снижении расхода препарата в 2 раза.

4. При переходе к концентрации 1,56 % эффективность препарата снижалась, что свидетельствует о выходе за пределы нижней границы оптимума.

Таким образом, использование шага разведения с коэффициентом 2 позволило точно локализовать пик эффективности. Если бы использовался стандартный или случайный шаг (10 %, 1 %), концентрация 3,125 % ($\approx 3,1$ %) оказалась бы внутри широкого интервала, и исследователь не смог бы достоверно утверждать, что это оптимум. С практической точки зрения для питомников рекомендована концентрация 3,125 %. Несмотря на то, что доза 6,25 % немного более эффективна, использование концентрации 3,125 % позволяет в два раза сократить расход препарата, что экономически выгодно при обработке больших площадей посадок.

Выводы

1. Разработан новый биопрепарат для листовой подкормки на основе продукта жизнедеятельности штамма *Streptomyces* sp. AC-1324 и подсолнечного шрота, способствующий утилизации отходов АПК.

2. Доказана эффективность применения метода дихотомии (бинарного поиска) для скрининга биологической активности новых веществ. Метод позволяет с высокой точностью находить эффективные дозы, избегая трудоемкого перебора случайных значений.

3. Определена оптимальная концентрация препарата для обработки – 3,125 %, обеспечивающая максимальный ростостимулирующий эффект при минимальном расходе действующего вещества.

Список литературы

1. Брындина, Л. В. Аминокислотный биостимулятор растений на основе растительного сырья для применения в декоративном цветоводстве / Л. В. Брындина, И. М. Гордиенко, Т. В. Гордиенко // Охрана, инновационное

восстановление и устойчивое управление лесами. Forestry - 2023: материалы Международного лесного форума. – Воронеж, 2023. – С. 401-410.

2. Третьяков, Н. Н. Практикум по физиологии растений / Н. Н. Третьяков, Т. В. Карнаухова, Л. А. Паничкин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1990. – 271 с.

3. Smith J. Actinomycetes in plant growth promotion. Journal of Applied Microbiology, 2022; 15.

4. Olanrewaju O.S., Babalola O.O. Streptomyces: implications and interactions in plant growth promotion. Applied Microbiology and Biotechnology, 2019; 103(3). DOI: // <https://doi.org/10.1007/s00253-018-09577-y>

5. Биостимуляторы в растениеводстве: разделение на категории и механизмы действия / О. И. Яхин, А. А. Лубянов, И. А. Яхин, П. Х. Браун // Агрохимия, 2017. – № 6. – С. 83–92.

References

1. Bryndina, L. V. Amino acid plant biostimulator based on plant raw materials for use in ornamental floriculture / L. V. Bryndina, I. M. Gordienko, T. V. Gordienko // Okhrana, innovatsionnoye vosstanovleniye i ustoychivoye upravleniye lesami. Forestry - 2023: materialy Mezhdunarodnogo lesnogo foruma. – Voronezh, 2023. – P. 401-410. (In Russian).

2. Tretyakov, N. N. Praktikum po fiziologii rasteniy [Practicum on plant physiology] / N. N. Tretyakov, T. V. Karnaukhova, L. A. Panichkin. – 3rd ed. – Moscow: Agropromizdat, 1990. – 271 p. (In Russian).

3. Smith J. Actinomycetes in plant growth promotion. Journal of Applied Microbiology, 2022; 15.

4. Olanrewaju O.S., Babalola O.O. Streptomyces: implications and interactions in plant growth promotion. Applied Microbiology and Biotechnology, 2019; 103(3). DOI: // <https://doi.org/10.1007/s00253-018-09577-y>

5. Biostimulants in plant science: categorization and modes of action / O. I. Yakhin, A. A. Lubyaynov, I. A. Yakhin, P. H. Brown // Agrokhimiya [Agrochemistry], 2017. – No. 6. – P. 83–92. (In Russian).

ПРЕИМУЩЕСТВА МЕТОДА КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ ДЛЯ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА БЫСТРОРАСТУЩИХ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД (ОБЗОР)

Камаева А.А., аспирант кафедры ботаники и дендрологии, инженер-лаборант лаборатории анализа полимеразной цепной реакции, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Евлаков П.М., кандидат биологических наук, зав. лабораторией анализа ПЦР, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Цепляев А.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Лесные массивы играют важнейшую роль в поддержании углеродного цикла, выполняют средообразующую функцию и обеспечивают промышленность сырьем. Однако, в настоящее время их площадь стремительно снижается, поэтому создание лесных плантаций из быстрорастущих пород лиственных деревьев является перспективным способом решения как экологических проблем, так и экономических, являясь стабильным источником качественной древесины. Одним из приоритетных направлений развития современного лесного хозяйства в России является использование биотехнологических методов, которые способны улучшить качество посадочного материала, ускорить сроки его производства, а также являются более экономически выгодными. В статье рассмотрены последние работы по применению клонального микроразмножения *in vitro* для массового производства здорового, генетически однородного посадочного материала высокопродуктивных быстрорастущих древесных пород. Приводятся сведения по приоритетным направлениям

исследований лаборатории анализа ПЦР НИИ «Инновационных технологий и лесного комплекса» ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова (г. Воронеж).

Ключевые слова: глобальное потепление, клональное микроразмножение, in vitro, посадочный материал, тополь

ADVANTAGES OF THE CLONAL MICROPROPAGATION FOR MASS PRODUCTION OF FAST-GROWING WOODY SPECIES PLANTING MATERIAL (REVIEW)

Kamaeva A.A. Postgraduate student of the Department of the Department of Botany and Dendrology, Engineer-Laboratory Assistant of the Polymerase Chain Reaction Analysis Laboratory, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Evlakov P.M. Candidate of Biological Sciences, head of the PCR Analysis Laboratory, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Tseplyayev A.N. Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. Forests play a vital role in maintaining the carbon cycle, serve as habitat-forming structures, and provide raw materials for industry. However, their area is currently declining rapidly. Therefore, the creation of forest plantations from fast-growing deciduous tree species is a promising solution to both environmental and economic problems, providing a stable source of high-quality timber. One of the priority areas for the development of modern forestry in Russia is the use of biotechnological methods, which can improve the quality of planting material, accelerate its production, and are also more cost-effective. This article examines recent work on the use of in vitro clonal micropropagation for the mass production of healthy, genetically uniform planting material for highly productive, fast-growing tree species. Information is provided on the priority research areas of the PCR analysis laboratory of the Research Institute of Innovative Technologies and Forestry Complex of the G.F. Morozov Voronezh State Forestry University is also presented.

Keywords: global warming, clonal micropropagation, in vitro, planting material, poplar.

Введение. Одной из главных причин массового обострения внимания со стороны ученых к экологической обстановке на рубеже нового тысячелетия стали существенные изменения климата на планете. В ответ на проблему глобального потепления всё мировое сообщество стремится к декарбонизации энергетики и экономики за счет увеличения площади лесных насаждений и активных процессов лесовосстановления. Увеличение потребности в посадочном материале в свою очередь, требует повышения производительности в лесном хозяйстве за счет использования биотехнологических методов, в частности, клонального микроразмножения растений *in vitro* [2].

При помощи микроклонирования становится возможным ускорение процесса внедрения селекционных достижений, путем быстрого размножения ценных высокопродуктивных генотипов в необходимых количествах, а так же сохранение генетические ресурсов, благодаря использованию банков депонирования растительного материала *in vitro* [6].

Цель исследования. Основной задачей исследования являлся анализ и обобщение современных данных по применению метода микроклонального размножения в условиях *in vitro* для получения посадочного материала быстрорастущих древесных пород.

Материалы и методы исследования. Технология клонального микроразмножения в условиях *in vitro* это четко определенный процесс, который включает в себя ряд этапов: заготовка материала, стерилизация, введение в культуру *in vitro*, мультипликация (размножение), укоренение, адаптация к нестерильным условиям, доращивание [15].

Стадия введения – это первый этап, начинающийся с отбора материала и завершающийся получением стерильной культуры в состоянии роста. Для успешного введения в культуру *in vitro* рекомендуется использование растительного материала в фазе активного роста [8]. В ходе данного этапа десятки исходных нестерильных эксплантов дают начало нескольким стерильным микрорастениям. Полученные стерильные микрорастения впоследствии используются для следующей фазы культивирования – мультипликации.

Стадия мультипликации является ключевой и наиболее протяжённой фазой всего процесса клонального размножения растений. Она заключается в

повторяющихся циклах деления образованных побегов и последующего их переноса на свежую питательную среду. Благодаря таким действиям возможно получать неограниченное количество микроклонов древесных растений, а также поддерживать культуру *in vitro* с высокой регенерационной способностью. Увеличить коэффициент размножения, на данном этапе, возможно за счет внесения в питательную среду стимуляторов роста – цитокининов и ауксинов [12].

На стадии укоренения происходит образование корней на полученных ранее микропобегах. На этом этапе изменяют состав среды: уменьшают количество солей и сахарозы, полностью исключают цитокинины и добавляют ауксины. Плохое укоренение побегов может определяться длительным временем их размножения на среде с цитокининами. Поэтому для правильного ведения процесса мультипликации необходимо чередовать пассажи *in vitro* культур на гормональной и безгормональной средах.

Заключительные стадии – адаптация и доращивание, в ходе которых микрорастения постепенно адаптируются к внешним условиям среды. Сначала микрорастения высаживают в специальный почвенный субстрат и размещают в контролируемых климатических камерах с высоким уровнем влажности воздуха. Физиологические процессы внутри микрорастений на стадии адаптации претерпевают значительные изменения, приспосабливаясь к автотрофному типу питания и активируя собственные механизмы защиты от неблагоприятных факторов внешней среды. По завершении процесса адаптации растения требуют дополнительного периода доращивания и привыкания к новым условиям среды.

Полный цикл – от этапа введения в культуру *in vitro* до высадки растений на лесокультурную площадь – занимает 2 года [4].

Результаты исследования и их обсуждение. Наиболее перспективным для плантационного выращивания является тополь (*Populus sp.*), который в свое время Н. К. Вехов [1] за быстрый рост и скороспелость назвал «эвкалиптом Севера». Он активно используется для укрепления оврагов, лесомелиорации пойм, полезащитного лесоразведения, озеленения городов, его древесина используется для промышленности и производства биотоплива [9].

Сдерживающим фактором широкого внедрения в лесокультурное производство высокопродуктивных и гнилеустойчивых форм и гибридов

тополей может выступать отсутствие эффективных методов их вегетативного размножения. У преобладающей части представителей рода *Populus* процесс укоренения одревесневших черенков является весьма трудоемким, а некоторые не укореняются вовсе [5]. Поэтому так важно изучать и реализовывать на практике последние достижения в области биотехнологии для получения качественного посадочного материала [7]. Например, в исследованиях [14] было показано, что лесная биотехнология позволяет клонировать *in vitro* ценные генотипы осины, которые трудно воспроизвести.

В 2001 г. Воронежскими учеными [7] были заложены первые в России опытные плантационные культуры продуктивных и гнилеустойчивых биотипов осины, созданные на основе клонального микроразмножения. В ходе исследований было показано, что размноженные *in vitro* клоны осины демонстрировали хороший рост и достаточно высокую продуктивность.

В настоящий момент на базе лаборатории анализа ПЦР НИИ «Инновационных технологий и лесного комплекса» ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова (г. Воронеж) продолжается активное изучение биологической продуктивности посадочного материала, размноженного в условиях *in vitro*, разрабатываются технические требования к посадочному материалу с закрытой корневой системой быстрорастущих древесных культур, таких как гибрид тополя белого х осины (*Populus alba* L. x *Populus tremula* L.), березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) полученных методом клонального микроразмножения *in vitro* в условиях теплиц [2, 13].

Потенциальная выгода от размножения с использованием метода клонального микроразмножения огромна, но массовое размножение посадочного материала с объемом производства от миллионов до десятков миллионов растений требует значительных финансовых вложений и решения ключевых биологических, экономических и социальных проблем [10, 11].

Чтобы разработать экономически эффективные методы массового размножения, в качестве альтернативы можно использовать среды, содержащие более дешевые компоненты, не снижающие показатели качества сред [6]. Кроме того, существует возможность снижения себестоимости получения посадочного материала за счет искусственно созданных и длительно поддерживаемых в контролируемых асептических условиях коллекций. Их создание позволяет исключить этап введения эксплантов в культуру и регенерации, упростить этап клонирования. Показана возможность длительного надежного хранения *in vitro* (от 1 года до 30 лет) коллекционных образцов

ценных генотипов березы, тополя, осины с использованием безгормональных питательных сред [4]. Результаты экономических расчетов показали, что использование коллекции живых образцов позволило снизить расходы на выращивание посадочного материала березы пушистой: себестоимость одного саженца снизилась на 17 % [3].

Заключение

На примере работ отечественных и зарубежных авторов доказывается перспективность применения метода микроклонального размножения *in vitro* для массового производства здорового, генетически однородного посадочного материала высокопродуктивных древесных пород. Это обуславливается тем, что метод клонального микроразмножения позволяет: массово получать качественный посадочный материал в короткие сроки; проводить работу круглогодично, независимо от погодных условий; размножать гибридные формы с сохранением ценных свойств; получать посадочный материал трудноразмножаемых видов; поддерживать генетическую однородность клонов; дает возможность длительного хранения коллекционных образцов ценных генотипов и производить оздоровление посадочного материала.

Опыты выращивания элитных клонов осины, перспективных сортов тополя и березы методом *in vitro* доказывают перспективность этого метода для лесного хозяйства. Посадочный материал осины, выращенный методом *in vitro*, растёт в два раза быстрее обычной и более устойчив к грибным заболеваниям [7].

Исследование проводилось в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1025032100180-3-1.6.11 «Разработка научно-обоснованной технологии ускоренного выращивания стандартного посадочного материала лиственных и хвойных древесных пород методами клонального микроразмножения *in vitro*, а также семенного *in vivo* для создания углерододепонирующих насаждений в условиях глобальных климатических и антропогенных изменений лесостепной зоны Европейской части России», (FZUR-2026-0005).

Список литературы

1. Вехов, Н. В. Эвкалипты севера (тополи) / Н. В. Вехов // На лесокультурном фронте, 1936. – № 2. – С. 14.
2. Влияние типов кассет и контейнеров на биологическую продуктивность посадочного материала гибрида *Populus alba* L.x *Populus*

tremula L. / П. М. Евлаков, А. Н. Цепляев, А. А. Попова, О. С. Рязанцева // Лесотехнический журнал. – 2025. – Т. 15. – № 4 (60). – С. 77-94. – DOI: // <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.4/5>

3. Результат экономических исследований по выращиванию посадочного материала древесных лиственных культур и созданию плантаций с использованием методов биотехнологии / Н. И. Животягина, О. С. Машкина, Т. М. Табацкая [и др.] // Актуальные проблемы гуманитарных и социально-экономических наук. – 2022. – № 4 (93). – С. 3–8.

4. Корчагин, О. М. Сохранение лесных генетических ресурсов на основе коллекции *in vitro*: состояние, перспективы, проблемы (аналитический обзор) / О. М. Корчагин, Т. М. Табацкая, О. С. Машкина // Лесохозяйственная информация. – 2023. – № 2. – С. 75-90.

5. Кузнецов, А. Тополь – описание, возможное применение / А. Кузнецов, Е. Карпова // ЛесПромИнформ. – 2014. – № 5 (103). – С. 130-138.

6. Машкина, О. С. Методические рекомендации по выращиванию посадочного материала сортов тополя сереющего с использованием технологии *in vitro* / О. С. Машкина, А. И. Сиволапов, Т. М. Табацкая ; Воронеж. гос. лесотех. акад. – Воронеж, 2011. – 30 с.

7. Полевые испытания размноженных *in vitro* клонов осины (*Populus tremula* L.): рост, продуктивность, качество древесины, генетическая стабильность / О. С. Машкина, Е. А. Шабанова, И. Н. Вариводина, Т. А. Гродецкая // Лесной журнал. – 2019. – № 6. – С. 25–38. – DOI: <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.25>.

8. Технология производства посадочного материала сортов тополя сереющего методом *in vitro* для создания плантационных культур / А. И. Сиволапов, Т. М. Табацкая, О. С. Машкина, В. А. Сиволапов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – № 5. – С. 59-62. DOI: // <https://doi.org/10.12737/6925>.

9. Царев, А. П. Многообразие использования древесины тополей / А. П. Царев // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2018. – № 5.

10. Antonetti PLE, Pinon J. Somaclonal variation with poplar. Plant Cell Tiss Org Cult, 1993; 35. P. 99–106.

11. Aronen T, Varis S, Tikkinen M. Somatic embryogenesis: concept, principles, and applications. In: Forest microbiology. Amsterdam: Elsevier, 2025; P. 373–388. DOI: // <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-21903-0.00022-9>.

12. Cavusoglu, A. // African Journal of Biotechnology / A. Cavusoglu, Z. Ipekci-Altas, K. Bajrovic, N. Gozukirmizi, A. Zehir., 2011; 10 (16). – P. 3216–3221. DOI: // <https://doi.org/10.5897/AJB10.2400>.

13. Evlakov. P. M., Tseplyaev. A. N., Popova. A. A., et al. Influence of Container Volume and Cuttings Size on the Growth Parameters of Seedlings with a Closed Root System of Two Poplar Genotypes in the Voronezh Region. *Int. J. Plant Biol*, 2025; . 16 (2). – P. 49. DOI: // <https://doi.org/10.3390/ijpb16020049>.

14. Khattab S. Effect of Different Media and Growth Regulators on the in vitro Shoot Proliferation of Aspen, Hybrid Aspen and White Poplar Male Tree and Molecular Analysis of Variants in Micropropagated Plants. *Life Science Journal*, 2011; 8 (1). P. 177–184. DOI: // <https://doi.org/10.7537/marslsj080111.25>.

15. Lai R, Lai S. Role of Tissue Culture in Rapid Clonal Propagation and Production of Pathogen-Free Plants. In: *Crop Improvement Utilizing Biotechnology*. 2019; P. 73–116. DOI: // <https://doi.org/10.1201/9781351071239-2>.

References

1. Vekhov, N. V. Northern eucalypts (poplars) / N. V. Vekhov // On the forest cultivation front. – 1936. – №. 2. – P. 14.

2. Influence of cassette and container types on the biological productivity of planting stock of the *Populus alba* L. x *Populus tremula* L. hybrid / P.M. Evlakov, A.N. Tseplyaev, A.A. Popova, O.S. Ryazantseva // *Forestry Engineering Journal*. – 2025. – T. 15. – № 4 (60). – C. 77-94. – DOI: // <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2025.4/5>

3. Results of economic research on the cultivation of planting material of deciduous woody crops and the creation of plantations using biotechnology methods / N.I. Zhivotyagina, O.S. Mashkina, T.M. Tabatskaya [et al.] // *Current problems of the humanities and socio-economic sciences*. – 2022. – № 4 (93). – P. 3–8.

4. Korchagin, O.M. Conservation of forest genetic resources based on an in vitro collection: state, prospects, problems (analytical review) / O.M. Korchagin, T.M. Tabatskaya, O.S. Mashkina // *Forestry information*. – 2023. – №. 2. – P. 75-90.

5. Kuznetsov, A. Poplar - description, possible applications / A. Kuznetsov, E. Karpova // *LesPromInform*. – 2014. – № 5 (103). – P. 130-138.

6. Mashkina, O. S. Methodological recommendations for growing planting material of gray poplar varieties using in vitro technology / O. S. Mashkina, A. I. Sivolapov, T. M. Tabatskaya ; Voronezh State Forestry Academy. – Voronezh, 2011. – 30 p.

7. Field trials of in vitro propagated aspen clones (*Populus tremula* L.): growth, productivity, wood quality, genetic stability / O. S. Mashkina, E. A. Shabanova, I. N. Varivodina, T. A. Grodetskaya // Forest Journal. – 2019. – № 6. – P. 25–38. – DOI: // <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2019.6.25>.
8. Technology for producing planting material of gray poplar varieties using the in vitro method for creating plantation crops / A. I. Sivolapov, T. M. Tabatskaya, O. S. Mashkina, V. A. Sivolapov // Current directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. – 2014. – № 5. – P. 59-62. – DOI: <https://doi.org/10.12737/6925>.
9. Tsarev, A. P. The diversity of uses of poplar wood / A. P. Tsarev // Proceedings of higher educational institutions. Forest Journal. – 2018. – № 5.
10. Antonetti, PLE, Pinon J. Somaclonal variation with poplar. Plant Cell Tiss Org Cult, 1993; 35. P. 99–106.
11. Aronen, T., Varis S., Tikkinen M. Somatic embryogenesis: concept, principles, and applications. In: Forest microbiology. Amsterdam: Elsevier, 2025; P. 373–388. DOI: // <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-21903-0.00022-9>.
12. Cavusoglu, A. // African Journal of Biotechnology / A. Cavusoglu, Z. Ipekci-Altas, K. Bajrovic, N. Gozukirmizi, A. Zehir., 2011; 10 (16). – P. 3216–3221. DOI: // <https://doi.org/10.5897/AJB10.2400>.
13. Evlakov, P. M., Tseplyaev, A. N. Popova A.A., et al. Influence of Container Volume and Cuttings Size on the Growth Parameters of Seedlings with a Closed Root System of Two Poplar Genotypes in the Voronezh Region. Int. J. Plant Biol, 2025; . 16 (2). – P. 49. DOI: // <https://doi.org/10.3390/ijpb16020049>.
14. Khattab S. Effect of Different Media and Growth Regulators on the in vitro Shoot Proliferation of Aspen, Hybrid Aspen and White Poplar Male Tree and Molecular Analysis of Variants in Micropropagated Plants. Life Science Journal, 2011; 8 (1). P. 177–184. DOI: // <https://doi.org/10.7537/marslsj080111.25>.
15. Lai R, Lai S. Role of Tissue Culture in Rapid Clonal Propagation and Production of Pathogen-Free Plants. In: Crop Improvement Utilizing Biotechnology. 2019; P. 73–116. DOI: // <https://doi.org/10.1201/9781351071239-2>.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ВЫРАЩИВАНИЯ МИКРОКЛОНАЛЬНО РАЗМНОЖЕННОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ФОРМ ОСИНЫ

Кулагин Д.В., научной сотрудник ГНУ

«Институт леса НАН Беларуси», Беларусь, г. Гомель

Осипенко Н.В., младший научный сотрудник

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Беларусь, г. Гомель

Острикова М.Я., к.б.н., доцент, старший научный сотрудник

ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», Беларусь, г. Гомель

Аннотация. В статье представлены результаты эксперимента по выращиванию микроклонально размноженного лесного посадочного материала высокопродуктивных форм осины по пяти различным технологическим схемам: закрытый грунт – открытая корневая система (ЗГ-ОКС); открытый грунт – открытая корневая система (ОГ-ОКС); закрытый грунт – закрытая корневая система с объемом почвенного кома 0,27 л (ОКС-ЗГ, 0,27 л); закрытый грунт – закрытая корневая система с объемом почвенного кома 0,5 л (ОКС-ЗГ, 0,5 л); закрытый грунт – закрытая корневая система с объемом почвенного кома 1,0 л (ОКС-ЗГ, 1,0 л). Полученные саженцы высаживались в условия лесных культур для оценки влияния способа выращивания на рост и развитие растений. Установлено, что наибольшей степенью повреждений возвратными заморозками и наименьшим относительным приростом в конце первого сезона вегетации в естественных условиях характеризуются растения варианта «ЗГ-ОКС», которые не проходили периода акклиматизации и постоянно находились в теплице, покрытой поликарбонатом. Наименьшими показателями приживаемости характеризовались саженцы схемы «ОКС-ЗГ, 0,27 л», что предположительно связано с наличием в этой опытной группе сильно угнетенных индивидов, что связано с возникновением конкурентных

взаимоотношений при выращивании материала в сравнительно компактных кассетах, имеющих 35 ячеек.

Ключевые слова: микроклональное размножение, лесной посадочный материал, лесные культуры.

THE STUDY OF TECHNOLOGICAL GROWING SCHEMES FOR CLONALLY PROPAGATED PLANTS OF ASPEN HIGHLY PRODUCTIVE FORMS

Kulagin D.V., Researcher, SSI "The Institute of Forest of NAS of Belarus", Belarus, Gomel

Osipenko N.V., Junior Researcher, SSI "The Institute of Forest of NAS of Belarus", Belarus, Gomel

Ostrikova M.Ya., PhD, Associate Professor, Senior Researcher, SSI "The Institute of Forest of NAS of Belarus", Belarus, Gomel

Abstract. The results of the experiment on clonally propagated plants of aspen highly productive forms growing in nursery with the use of five different technological schemes: protected ground – open root system (PG-ORS); open ground – open root system (OG-ORS); protected ground – closed root system with the substrate volume per plant of 0.27 l (OG-ORS, 0.27 l); protected ground – closed root system with the substrate volume per plant of 0.5 l (OG-ORS, 0.5 l); protected ground – closed root system with the substrate volume per plant 1.0 l (OG-ORS, 1.0 l) are presented in the article. The obtained seedlings were planted in forest plantation conditions to assess the effect of the growing method on plant growth and development. It was found that plants of the "ZG-OKS" variant, which did not undergo the acclimatization period and were constantly kept in a greenhouse covered with polycarbonate, were characterized by the greatest degree of damage from late-spring frosts and the lowest relative growth rate at the end of the first growing season under natural conditions. The lowest survival rates were observed for seedlings of the "OKS-ZG, 0.27 l" scheme, which is presumably due to the presence of severely depressed individuals in this experimental group, which is associated with the emergence of competitive relationships when growing material in relatively compact cassettes with 35 cells.

Keywords: micropropagation, forest seedlings, forest plantation.

Введение. Одним из современных направлений лесовыращивания является создание лесных культур по интенсивной технологии. Этот подход позволяет в разы сократить период, необходимый для получения продукции или экологического эффекта. Интенсивная технология может применяться для ускоренного выращивание древесины для производства пиломатериалов или сырья для целлюлозно-бумажной и химической промышленности, а также фиторемедиации (чаще всего направлена на предотвращение эрозии почв, восстановление нарушенных земель) [1].

Одним из основных аспектов интенсивной технологии является использование посадочного материала селекционно улучшенных форм древесных пород. Для этих целей в Институте леса НАН Беларуси используется биотехнологический подход. Суть метода заключается в том, что с селекционно отобранных деревьев осуществляется взятие вегетативного материала, на основе которого получают культуру *in vitro*. Непосредственно этап вегетативного размножения происходит в асептических условиях. Получаемые таким образом микрорастения адаптируются к почвенным условиям и после нахождения в питомнике становятся саженцами, пригодными для высадки в лесные культуры. Одним из важнейших элементов технологии производства посадочного материала, во многом определяющий характеристики лесных культур в первые годы после их закладки – это способ доращивания саженцев в условиях лесного питомника [2-4].

Таким образом, **целью нашего исследования** было провести оценку влияния способа выращивания микроклонально размноженного посадочного материала осины на его состояние в условиях лесных культур.

Материал и методы исследования. В 2024 году сотрудниками Института леса был заложен эксперимент, в ходе которого микроклонально размноженные растения осины двух клонов (V22 и Ос2) выращивались в питомнике ГЛХУ «Кореневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси» по пяти различным схемам (рисунок 1), краткое описание которых представлено ниже.

Открытая корневая система (в грядках):

- в закрытом грунте теплицы (закрытый грунт – открытая корневая система (ЗГ-ОКС));
- вне теплицы (открытый грунт – открытая корневая система (ОГ-ОКС)).

Закрытая корневая система (в полимерных мешочках или кассетах с различным объемом почвенного кома) сначала в теплице (июль-конец августа), а затем на поле дорастивания:

- в мешочках объемом 1,5 л (ЗКС-1,5 л);
- в кассетах на 25 ячеек с объемом кома 0,5 л (ЗКС-0,5 л);
- в кассетах на 35 ячеек с объемом кома около 0,28 л (ЗКС-0,28 л).

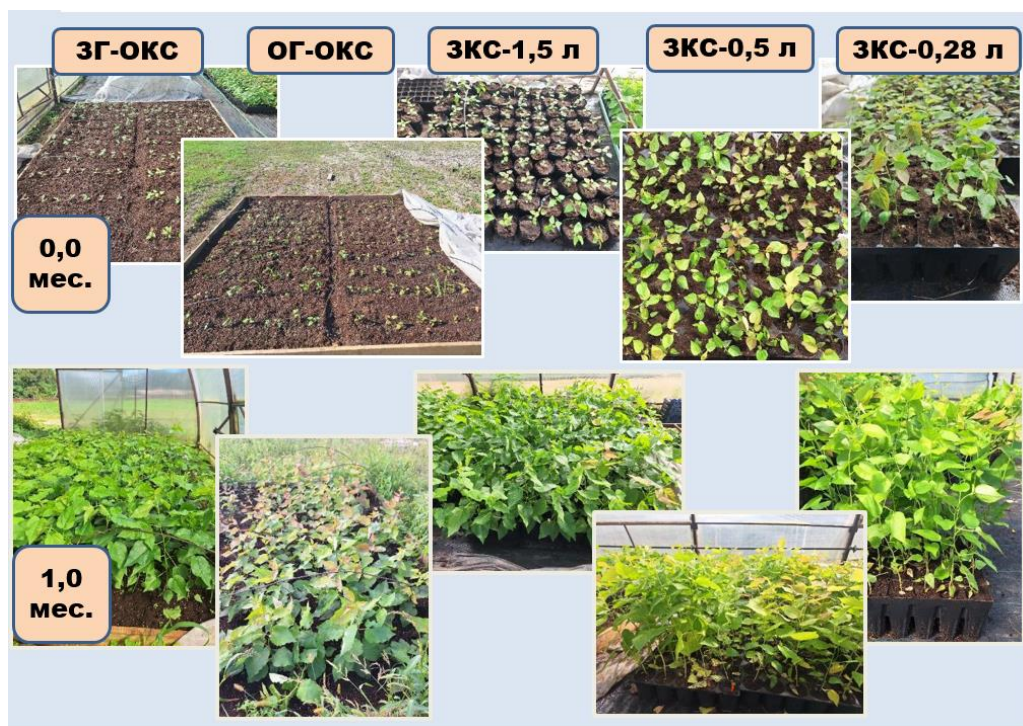


Рисунок 1 – Схема эксперимента по выращиванию клонального посадочного материала осины, заложенного в 2024 году и внешний вид растений на различных сроках выращивания

Осенью 2024 г. и весной 2025 г. полученные саженцы были высажены в лесные культуры. Всего в исследовании заложено 40 опытных групп, различающихся следующими параметрами: клоновая принадлежность (клоны V22 и Ос2); время закладки лесных культур (октябрь 2024 г. и апрель 2025 г.); условия на лесокультурной площади: на месте вырубki и на территории бывшего лесного питомника с предварительной механической обработкой почвы; пять схем выращивания. Для каждого варианта опыта было использовано не менее 12 опытных растений. В ходе учетов определялось состояние растения и высота его надземной части. Статистическая обработка

результатов осуществлялась посредством программного обеспечения «Microsoft Excel».

Результаты исследования и их обсуждение. По окончании первого сезона вегетации были выполнены учеты морфологического параметра высоты ствола микроклонально размноженных растений осины и их состояния в условиях лесных культур. Результаты наблюдений представлены в таблице 1. Таблица 1 – Результаты учета высоты ствола и состояния микроклонально размноженных растений осины клонов V22 и Oc2 после одного вегетационного сезона в условиях лесных культур

Способ выращивания	Высота ствола растений осины ($\mu\pm\sigma$), см			
	клон V22		клон Oc2	
По окончании этапа выращивания посадочного материала в лесном питомнике (конец сезона вегетации 2024 г.)				
ЗКС-1,5 л	93,5 $\pm$ 18,1		77,3 $\pm$ 16,9	
ОГ-ОКС	73,3 $\pm$ 28,3		79,4 $\pm$ 27,6	
ЗГ-ОКС	154,6 $\pm$ 52,4		131,3 $\pm$ 42,4	
ЗКС-0,5 л	49,9 $\pm$ 10,7		41,4 $\pm$ 14,1	
ЗКС-0,28 л	45,2 $\pm$ 9,9		39,8 $\pm$ 13,8	
Высота стволика в условиях лесных культур (конец сезона вегетации 2025 г.)				
время закладки	осень 2024	весна 2025	осень 2024	весна 2025
Лесные культуры на месте вырубки				
ЗКС-1,5 л	112 $\pm$ 23	119 $\pm$ 24	103 $\pm$ 28	98 $\pm$ 31
ОГ-ОКС	102 $\pm$ 23	81 $\pm$ 25	95 $\pm$ 26	95 $\pm$ 28
ЗГ-ОКС	164 $\pm$ 47	173 $\pm$ 38	129 $\pm$ 41	109 $\pm$ 48
ЗКС-0,5 л	63 $\pm$ 19	61 $\pm$ 15	54 $\pm$ 13	96 $\pm$ 40
ЗКС-0,28 л	62 $\pm$ 14	65 $\pm$ 15	51 $\pm$ 20	39 $\pm$ 14
Лесные культуры на месте питомника				
ЗКС-1,5 л	138 $\pm$ 19	141 $\pm$ 25	116 $\pm$ 29	132 $\pm$ 22
ОГ-ОКС	99 $\pm$ 29	123 $\pm$ 31	121 $\pm$ 36	128 $\pm$ 50
ЗГ-ОКС	173 $\pm$ 63	86 $\pm$ 39	140 $\pm$ 44	144 $\pm$ 61
ЗКС-0,5 л	81 $\pm$ 25	81 $\pm$ 29	40 $\pm$ 23	83 $\pm$ 25
ЗКС-0,28 л	95 $\pm$ 38	70 $\pm$ 20	66 $\pm$ 17	76 $\pm$ 23

Сопоставление данных, отражающих размеры надземной части опытных растений после выращивания в условиях питомника и после одного сезона вегетации в лесных культурах показало, что для большинства

экспериментальных вариантов относительный прирост этого показателя составил от 20 % до 90 %. Наибольшие значения характерны в случае выращивания на высоком агрофоне для групп ЗКС-1,5 л (50-70 %), ОГ-ОКС (38-68 %), ЗКС-0,5 л (53-60 %), ЗКС-0,28 л (40-90 %). Несколько меньшие значения получены для условий лесных культур, заложенных на месте вырубki для групп ЗКС-1,5 л (20-31 %), ОГ-ОКС (11-40 %), ЗКС-0,5 л (22-68 %), ЗКС-0,28 л (28-44 %). Это объясняется тем, что наиболее благоприятными для роста посадочного материала были условия объекта, заложенного в условиях высокого агрофона.

Среди всех опытных вариантов минимальные значения относительного прироста характерны для групп ЗГ-ОКС (0-13%). По-видимому, это объясняется тем, что эти опытные растения в период выращивания в условиях лесного питомника постоянно находились в условиях закрытого грунта, смягчающих действие перепадов температур и других неблагоприятных факторов. В результате их механизмы комплексной устойчивости работали недостаточно хорошо, что привело к угнетению роста. Дополнительным негативным воздействием на растения, которые находились в зимний период в условиях закрытого грунта и в последующем были высажены непосредственно в открытый грунт (ЗГ-ОКС, время закладки лесных культур – весна 2025 г.), стали возвратные заморозки. Именно эти опытные группы пострадали от них в большей степени как в условиях лесных культур, заложенных на вырубке, так и в условиях высокого агрофона. Это выражалось в гибели развивающихся из почек побегов, а также части стебля (лидирующего побега) на $\frac{1}{4}$ - $\frac{3}{4}$ высоты.

Высокие темпы роста надземной части растений свидетельствуют о высоком адаптивном потенциале посадочного материала, выращивание которого проходило по четырем из пяти применявшихся схем (исключение составил вариант ЗГ-ОКС). В то же время следует отметить, что в случае опытных групп ЗКС-0,28 л наблюдалось некоторое снижение приживаемости (до 60-75 % против 80-100 % в других экспериментальных вариантах). Таким образом можно предположить, что при выращивании саженцев осины по названной схеме происходит дифференциация растений на находящиеся в ослабленном (они, по-видимому, погибают) и удовлетворительном физиологическом состоянии (выживают и демонстрируют высокие темпы прироста надземной части). Подобное может происходить ещё на этапе доращивания в лесном питомнике по причине высокой плотности произрастания растений в кассете. В таких условиях те индивиды, которые

начинают активный рост раньше обгоняют остальных и начинают их затенять, что неблагоприятно сказывается на последних. Таким образом, предпочтительным для выращивания крупномерного лесного посадочного материала осины является более свободное пространственное расположение растений в кассете или при их выращивании в отдельных горшках.

Выводы

Все апробированные методы доращивания микроклонально размноженного посадочного материала осины демонстрируют свою высокую эффективность, за исключением случая, когда растения все время находились в условиях закрытого грунта (ЗГ-ОКС) без периода акклиматизации без укрытия. Это говорит о том, что выбор конкретного способа выращивания зависит от целей и условий, в которых закладываются лесные культуры. Так закрытая корневая система с крупным земляным комом (ЗКС-1,5 л) может быть использована для закладки лесных культур в сложных лесорастительных условиях, таких как земли, выведенные из сельскохозяйственного пользования, земли с большим количеством кустарниковой растительности и вейника. В этих случаях большой размер надземной части и объем корневой системы позволяет растению противостоять давлению со стороны сорной растительности и корнегрызущих вредителей. При этом в земляной ком возможно вводить инсектицидные препараты, в том числе биологические. Для создания лесных культур, выращиваемых по интенсивной технологии, в наибольшей степени подходят варианты ОГ-ОКС, ЗКС-0,5 л и ЗКС-0,28 л. Однако следует отметить, что последний из названных методов требует подбора элементов технологии, обеспечивающих относительно равномерный рост и развитие растений внутри кассеты.

Список литературы

1. Царев, В. А. Плантационное лесоразведение в России и за рубежом / В. А. Царев, Р. П. Царева, А. П. Царев // ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех» – наука и практика, Воронеж. – 2024. – С. 183–192.
2. Эффективная технология массового получения посадочного материала различных видов березы на основе культуры *in vitro* / В. Г. Лебедев, А. Б. Азарова, М. С. Аркаев и др. // Биотехнология. – 2017. – Т. 33, № 2. – С. 76–88.
3. Шестибратов, К. А. Биотехнология в плантационном лесовыращивании: технологии и сферы применения / К. А. Шестибратов,

А. В. Жигунов // Лесные ресурсы таежной зоны России: проблемы лесопользования и лесовосстановления. – 2009. – С. 158-159.

4. Жигунов, А. В. Лесные плантации триплоидной осины, созданные посадочным материалом *in vitro* / А. В. Жигунов, Д. А. Шабунин, О. Ю. Бутенко // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2014. – № 4 (24). – С. 21-30.

References

1. Czarev, V. A. Plantacionnoe lesorazvedenie v Rossii i za rubezhom / V. A. Czarev, R. P. Czareva, A. P. Czarev // FGBU «VNIILGISbiotex» – nauka i praktika, Voronezh. – 2024. – P. 183–192.

2. E`ffektivnaya texnologiya massovogo polucheniya posadochnogo materiala razlichny`x vidov berezy` na osnove kul`tury` *in vitro* / V. G. Lebedev, A. B. Azarova, M. S. Arkaev i dr. // Biotexnologiya. – 2017. – T. 33, № 2. – P. 76–88.

3. Shestibratov, K. A. Biotexnologiya v plantacionnom lesovy`rashhivanii: texnologii i sfery` primeneniya / K. A. Shestibratov, A. V. Zhigunov // Lesny`e resursy` taehnnoj zony` Rossii: problemy` lesopol`zovaniya i lesovosstanovleniya. – 2009. – P. 158-159.

4. Zhigunov, A. V. Lesny`e plantacii triploidnoj osiny`, sozdanny`e posadochny`m materialom *in vitro* / A. V. Zhigunov, D. A. Shabunin, O. Yu. Butenko // Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo texnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. E`kologiya. Prirodopol`zovanie. – 2014. – № 4 (24). – P. 21-30.

ОПЫТ РАЗМНОЖЕНИЯ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ЧЕШУЙЧАТОГО “BLUE CARPET” МЕТОДОМ ЗЕЛЕННОГО ЧЕРЕНКОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Пальцева А.В., аспирант каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Цепляев А.Н., д. с.-х. н., профессор каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Попова А.А., д. с.-х. н., заведующий каф. лесной генетики, биотехнологии и
физиологии растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В данной статье анализируются факторы, влияющие на эффективность метода зеленого черенкования при укоренении можжевельника чешуйчатого 'Blue Carpet'. Наилучший процент укоренения был достигнут при использовании стимулятора «Корневин» у черенков, высаженных в кассеты – 89,3 %. Технология производства посадочного материала в кассетах показала более высокие результаты по сравнению с укоренением черенков в ящиках – на 22,6 %. Достоверное отличие по среднему количеству корней у черенка было достигнуто в варианте «Радигрин кассета».

Ключевые слова: Можжевельник чешуйчатый 'Blue Carpet', зеленое черенкование, вегетативное размножение, стимуляторы ризогенеза, укоренение черенков.

THE SCALY JUNIPER “BLUE CARPET” REPRODUCTION EXPERIENCE BY THE GREEN CUTTINGS METHOD USING VARIOUS TECHNOLOGIES

Paltseva A.V., Postgraduate Student of the Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Tseplyaev A.N., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Popova A.A., Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Forest Genetics, Biotechnology, and Plant Physiology at the Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. This article analyzes the factors influencing the scaly juniper 'Blue Carpet' green cuttings rooting efficiency. The best rooting percentage was achieved when using the ‘Kornevin’ stimulator in cassettes – 89.3%. The technology of planting material production in cassettes showed higher results than in boxes – by 22.6 %. A significant difference in the roots average number was achieved in the "Radigrin cassette" variant.

Keywords: Scaly juniper 'Blue Carpet', green cuttings, vegetative reproduction, rhizogenesis stimulants, rooting of cuttings

Введение. Представители рода *Juniperus* занимают важное место в современном ландшафтном дизайне и озеленении благодаря своим уникальным свойствам и широкому спектру применения. Их использование обусловлено высокой адаптивностью, декоративностью и экологической ценностью, способность расти в бедных и сухих грунтах расширяет возможности их использования в районах с неблагоприятными условиями [3]. Можжевельники отличаются разнообразием форм, размеров и окраски хвои, что позволяет создавать из них эффектные композиции в ландшафте.

Можжевельник чешуйчатый 'Blue Carpet' (*Juniperus squamata* 'Blue Carpet') – популярный сорт, который ценится за свою низкую, раскидистую форму и яркую голубую окраску. Голубоватый оттенок хвои создает контраст в

садовом пространстве. Размножение такого сорта вегетативным методом позволяет сохранить его уникальные морфологические признаки и обеспечить высокое качество посадочного материала. Размножение можжевельника черенками дает возможность получить за 1-2 года растение, соответствующее 3-4-х летнему сеянцу, что экономит до 6 лет выращивания и ухода по сравнению с растениями семенного происхождения [2]. Среди методов вегетативного размножения наиболее распространённым и доступным в производственных условиях является зелёное черенкование [5].

Успех укоренения зависит от совокупности факторов: времени проведения черенкования, обработки черенков гормональными стимуляторами, условий температуры и влажности, использования качественного субстрата, подбора оптимальной технологии - в грядках или в контейнерах. Использование кассет и ящиков для укоренения зеленых черенков имеет ряд преимуществ: 1) удобство перемещения в рамках теплицы; 2) удобство маркировки; 3) удобство логистики, что делает более эффективной последующую контейнеровку в горшки Р9.

При черенковании можжевельника чешуйчатого 'Blue Carpet' в условиях пленочного парника в ранневесенние сроки, даже при условии отсутствия обработки БАВ, результаты укоренения были достаточно высокие [1, 2]. При укоренении черенков в летних парниках, покрытых армированной полиэтиленовой пленкой, по традиционной технологии – в грядках, с применением и без применения регуляторов роста, результат оказался ниже среднего [4]. Использование подогрева субстрата в совокупности со стимуляторами ризогенеза, при укоренении можжевельника чешуйчатого 'Blue Carpet', увеличивает процент укорененных черенков на 50-90 % [5].

Оценивая перспективы, можно отметить, что применение современных технологий при размножении позволит значительно увеличить объемы и качество посадочного материала.

Цель исследования – провести сравнительный анализ технологий укоренения зеленых черенков можжевельника чешуйчатого 'Blue Carpet' в кассетах и в ящиках при применении стимуляторов корнеобразования «Корневин», «Радигрин» и «Рибав» в питомнике Воронежской области.

Материал и методы исследования. Опыты по зеленому черенкованию проводились в производственном отделении ООО «Объединенные питомники» (Воронежская область, координаты: N 51° 48.368' E 38°57.037').

Объектом исследования является можжевельник чешуйчатый 'Blue Carpet'. При планировании и постановке опытов следовали общеметодологическим рекомендациям Б.А. Доспехова [5]. Черенкование проводилось в летний период. Зеленые черенки заготовили и посадили на укоренение 10 июня 2025 года. Укоренение проводилось в парниках сферической формы, покрытых полиэтиленовой пленкой толщиной 200 мкр. Полив обеспечивался при помощи туманообразующей установки. Опыт состоял из 8 вариантов в двухкратной повторности: 1) ящик без стимулятора; 2) ящик «Корневин»; 3) ящик «Рибав»; 4) ящик «Радигрин»; 5) кассета без стимулятора; 6) кассета «Корневин»; 7) кассета «Рибав»; 8) кассета «Радигрин».

В опыте использовались кассеты для рассады с 84 ячейками (52 × 31,5 × 7 см) из пластика, объем ячейки – 0,068 л; ящики пластиковые (60 × 40 × 26 см) с перфорацией. В кассетах и ящиках использовался верховой торф и вермикулит (2:1). При укоренении применялись такие препараты как: серийно используемый питомниками стимулятор корнеобразования «Корневин» (4-(индол-3-ил) масляной кислоты 5 г/кг); «Радигрин Зеленый» - гель для черенкования хвойных растений, предотвращающий попадание болезнетворных бактерий и грибов на свежий срез, повышающий адаптационные свойства черенка (состав: экстракт ивы, пропиленгликоль, гидрооксипропилцеллюлоза, сульфат железа, вода очищенная, краситель пищевой); «Рибав – Экстра» - природный регулятор роста и развития корневой системы. Действующее вещество: 0,00125 г/л L-аланина + 0,00196 г/л L-глутаминовой кислоты. Препарат представляет собой комплекс биологически активных веществ, полученных из корней женьшеня с помощью новейших достижений биотехнологии. Стимулирует развитие мицелия полезных грибов, находящихся в симбиозе с корнями растений. Контрольный вариант представлял собой технологию укоренения в ящиках без использования стимуляторов.

Зеленые черенки заготавливали с растений, выращенных в маточнике питомника, не пораженных болезнями и вредителями. На зеленые черенки использовали весь прирост, сформировавшийся на момент заготовки, путем

отрыва молодого побега от одревесневшей части, с небольшим (около 10 мм) одревесневшим концом (с «пяточкой»). Верхняя часть черенка укорачивалась для уменьшения транспирации – так, чтобы общая длина не превышала 10–12 см. Зеленые черенки сразу после нарезки высаживали в кассеты либо в ящики по 84 штуки, располагая варианты рандомно в разных местах теплицы. Обработка стимуляторами ризогенеза «Корневин» и «Радигрин» происходила непосредственно перед посадкой, путем обмакивания нижнего среза черенка в препарат. При использовании «Рибав-Экстра», черенки заготовили за 18 часов до посадки и замочили в растворе препарата в пропорции 1 мл/10 л воды.

Результаты исследования и их обсуждение. Выкопка и подсчет укорененных черенков были произведены 06.10.2025 года. Количество укорененных черенков и их процентное соотношение показано в таблице 1.

Таблица 1 – Процентное соотношение укорененных черенков можжевельника чешуйчатого 'Blue Carpet'

№ п/п	Вариант опыта	Количество укорененных черенков, %	Общее укоренение, %
1	Ящик без стимулятора;	66,1	56,9
2	Ящик «Корневин»	44,1	
3	Ящик «Рибав»	70,3	
4	Ящик «Радигрин»	47	
5	Кассета без стимулятора;	72	79,5
6	Кассета «Корневин»	89,3	
7	Кассета «Рибав»	78	
8	Кассета «Радигрин»	78,6	

Общий процент укоренения черенков составил 68,2 %, что является хорошим результатом. Технология в кассетах оказалась более эффективной для данного сорта, средний процент превысил аналогичные показатели в ящиках на 22,6 %. Наилучший эффект укоренения был достигнут при использовании стимулятора «Корневин» у черенков, высаженных в кассеты – на 23,2 % выше контрольной технологии (в ящике без стимулятора).

От каждого из опытных вариантов было отобрано по 10 черенков для сравнения средних биометрических параметров - средней длины корня и количества корней первого порядка. Для измерения длины корневой системы была использована сантиметровая линейка. Анализ экспериментальных данных проводился методом статистической обработки – использовался дисперсионный анализ и сравнение по критерию Фишера в программе Statistica 10.0.

Полученные данные биометрических параметров представлены в виде графиков на рисунках 1 и 2. По результатам измерений средней длины корней высокий результат был достигнут в варианте «Рибав ящик», но разница с контролем не достоверна. При подсчете среднего количества корней статистически значимый результат был выявлен в варианте «Радигрин кассета», при уровне значимости 5 %, $d_{\text{количество}} = 4,3 > \text{НСР}_{0,05} = 3,4$, что говорит о его положительном влиянии на образование у черенка разветвленной корневой системы.

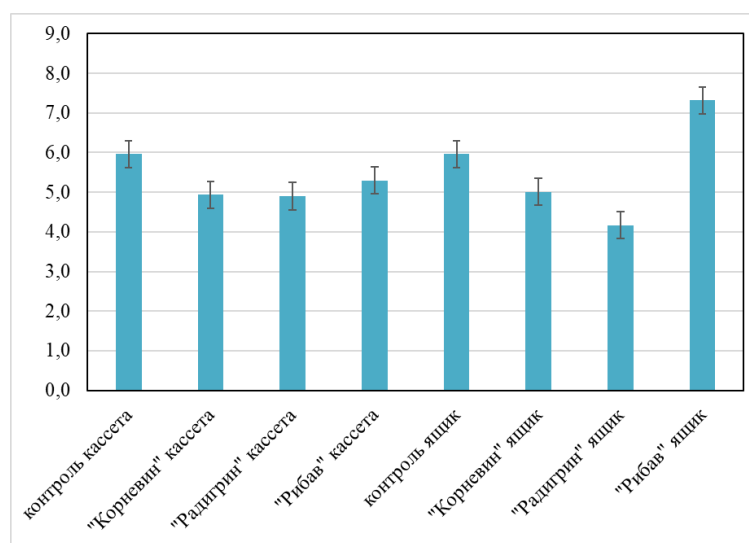


Рисунок 1 – Средняя длина корней укорененных черенков

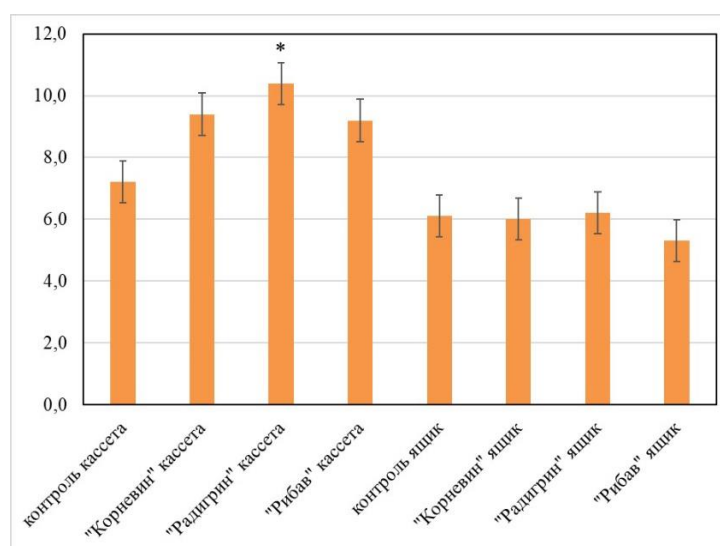


Рисунок 2 – Среднее количество корней. Знаком * отмечены достоверно отличающиеся с контролем варианты

Выводы

1. Средний процент укоренения можжевельника чешуйчатого 'Blue Carpet' составил 68,2 %, что говорит об оптимальных условиях для производства данного сорта;
2. Наилучший эффект укоренения был достигнут при использовании стимулятора «Корневин» у черенков, высаженных в кассеты – на 23,2% выше контрольной технологии;
3. Технология производства посадочного материала в кассетах показала более высокие результаты по сравнению с укоренением черенков в ящиках – на 22,6 %;
4. Достоверное отличие по среднему количеству корней у черенка было достигнуто в варианте «Радигрин кассета», что подтверждает эффективность выращивания посадочного материала в кассетах и указывает на положительное влияние препарата «Радигрин» на образование у черенка разветвленной корневой системы.

Список литературы

1. Кухлевская, Ю. Ф. Биоэкологические особенности представителей родов *Thuja* L. и *Juniperus* L. (семейство Cupressaceae Neger.) при интродукции в условиях города Оренбурга : специальность 06.03.03 "Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними" : дис. ... канд. с.-х. наук : защищена 25.11.2021 / Кухлевская Юлия Фаргатовна. – Оренбург, 2021. – 170 с. – EDN VWOTMH.
2. Пивкина, Г. Ю. Особенности размножения *Juniperus* в условиях Саратовской области / Г. Ю. Пивкина, О. Б. Сокольская // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики - 2016 : Материалы V Международной научно-технической конференции, Саратов, 15–20 февраля 2016 года / Под научной редакцией О. Б. Сокольской, И. Л. Воротникова. – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2016. – С. 111-114. – EDN XCBMYH.
3. Плугатарь, Ю. В. Природный ареал и условия произрастания видов рода *Juniperus* L / Ю. В. Плугатарь, В. П. Коба, О. О. Коренькова // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2022. – № 1(162). – С. 7-25. – DOI 10.36305/2712-7788-2022-1-162-7-25. – EDN UFUUEH.
4. Попова, В. Т. Сравнительный анализ укоренения представителей рода *Juniperus*, L. В условиях Центрально-Черноземного региона / В. Т. Попова, А. Н. Цепляев, А. В. Пальцева // Адаптация лесного хозяйства к изменению

климата: природоориентированные решения и цифровизация. Forestry - 2024 : Материалы Международного лесного форума, Воронеж, 31 октября – 01 2024 года. – Воронеж : ВГЛУ, 2024. – С. 44-49. – DOI 10.58168/FFYS2024_44-49. – EDN IAGLLB.

5. Цепляев, А. Н. Синергический эффект применения стимуляторов ризогенеза и подогрева субстрата при зеленом черенковании хвойных пород / А. Н. Цепляев, Э. И. Трещевская // Лесотехнический журнал. – 2019. – Т. 9. – № 2 (34). – С. 14-21. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2019.2/2. – EDN UOGNHL.

References

1. Kuhlevskaya, J. F. Bioecological features of representatives of the genera Thuja L. and Juniperus L. (family Cupressaceae Neger.) during introduction in Orenburg: specialty 06.03.03 "Agroforestry, protective afforestation and landscaping of settlements, forest fires and their control" : dis. ... Cand. of Agricultural Sciences : defended on November 25, 2021 / Yulia Fargatovna Kukhlevskaya. – Orenburg, 2021. – 170 p. – EDN VWOTMH.

2. Pivkina, G. Y. Features of Juniperus reproduction in the Saratov region / G. Y. Pivkina, O. B. Sokolskaya // Landscape architecture and environmental management: from project to economy -2016 : Proceedings of the V International Scientific and Technical Conference, Saratov, February 15-20, 2016 / Saratov: SSAU Center for Social Agro-Innovations, LLC, 2016, pp. 111-114. EDN XCBMYH.

3. Plugatar, J.V. Natural habitat and growing conditions of species of the genus Juniperus L / J. V. Plugatar, V. P. Koba, O. O. Korenkova // Plant biology and horticulture: theory, innovations. – 2022. – № 1 (162). – Pp. 7-25.

4. Popova, V. T. Comparative analysis of the rooting of representatives of the genus Juniperus, L. In the conditions of the Central Chernozem region / V. T. Popova, A. N. Tseplyaev, A.V. Paltseva // Adaptation of forestry to climate change: nature-oriented solutions and digitalization. Forestry - 2024 : Proceedings of the International Forest Forum, Voronezh, October 31 – 01, 2024. – Voronezh: Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 2024. – Pp. 44-49.

5. Tseplyaev, A. N. The synergistic effect of rhizogenesis stimulator application and substrate heating during propagation by herbaceous cuttings of coniferous species / A. N. Tseplyaev, E. I. Treshchevskaya // Forestry Engineering Journal. – 2019. – Vol. 9, No. 2 (34). – pp. 14-21. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2019.2/2. – EDN UOGNHL.

ДЕКОРАТИВНОЕ ДРЕВОВОДСТВО И ПИТОМНИКОВОДСТВО Г. СЕВАСТОПОЛЯ

Стородубцева Т.Н., д.т. н., профессор каф. промышленного транспорта, строительства и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
Россия, Воронеж

Морковин В.А., к.т.н., заведующий кафедрой промышленного транспорта, строительства и геодезии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
Россия, Воронеж

Жигунова Д.Э., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Статья анализирует систему озеленения Севастополя в контексте исторического развития и современных экологических вызовов. Рассматривается эволюция зеленого хозяйства от первых посадок при адмирале Ушакове до послевоенного восстановления, когда город стал лидером СССР по зелени на душу населения. На основе данных Контрольно-счетной палаты выявлены системные проблемы: дефицит насаждений (39,3 % от нормы), отсутствие регламентов, разрыв между посадкой и уходом. Стратегическим решением предлагается переход к профессиональному древоводству – управлению жизненным циклом деревьев. Делается вывод о необходимости объединения научного потенциала, исторического опыта и политической воли для сохранения зеленого наследия.

Ключевые слова: Севастополь, озеленение, древоводство, урбоэкология, зеленые насаждения.

ORNAMENTAL ARBORICULTURE AND NURSERY SEVASTOPOL

Storodubtseva T.N., Doctor of Technical Sciences, Professor of the
Department of Industrial Transport, Construction and Geodesy Voronezh
State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Russia, Voronezh

Morkovin V.A., Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of
Industrial Transport, Construction and Geodesy Voronezh State University of
Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Zhigunova D.E., student Voronezh State University of Forestry and
Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. The article analyzes the greening system of Sevastopol in the context of historical development and modern environmental challenges. It examines the evolution of urban greenery from the first plantings under Admiral Ushakov to the post-war restoration, when the city became the USSR leader in green space per capita. Based on data from the Accounts Chamber, systemic problems are identified: a deficit of green spaces (39.3 % of the standard), absence of regulations, and a disconnect between planting and subsequent care. The strategic solution proposed is a transition to professional arboriculture – managing the life cycle of urban trees. The conclusion emphasizes the need to unite scientific potential, historical experience, and political will to preserve the city's green heritage.

Keywords: Sevastopol, greening, arboriculture, urban ecology, green spaces.

Введение. Севастополь: питомниководство и древоводство как искусство выживания и память поколений. Севастополь – особый генетический код на карте Крыма. Десятилетия закрытого статуса законсервировали не только военные секреты, но и старые подходы к озеленению. Парадокс: режим секретности спас уникальные насаждения от безликой унификации, но сегодня наши знания о зеленом богатстве города фрагментарны и устарели. В эпоху туристического бума питомниководство и древоводство перестают быть коммунальной историей, превращаясь в инструмент градостроительной политики.

Суровый характер: как география и история учили севастопольцев сажать деревья. Климат Севастополя – средиземноморский с жестким характером: лето плавит асфальт, зима преподносит сюрпризы морозами. Гераклейский полуостров – известняк и скупая почва. Ветеран-озеленитель Лидия Быкова вспоминает 1960-е как военную операцию: под аллеи скальный грунт выгрызали экскаваторами, завозили чернозем словно золото [1]. Воды катастрофически мало – 350–450 мм осадков в год. Засухоустойчивость здесь условие выживания.

От Ушакова до «Приморского». Первые сады разбивали еще при адмирале Ушакове [2]. Но настоящий подвиг случился после Великой Отечественной. Сергей Булах и его команда высадили свыше 11,5 тысяч гектаров леса. Технология была титанической: крупномеры выкапывали с комом земли, обивали досками, везли на грузовиках и сажали в подготовленные «ванны» с привозным грунтом. К 1960-м по количеству зелени на душу населения Севастополь обошел всю страну. В 1946 году зародилось опытное хозяйство «Приморское» – научный институт в миниатюре, задававший тон в селекции.

Деревья-ветераны. Сегодня ветераны достигли предела. 60–80 лет – критический возраст. Атака вредителей довершает картину: каштан терзает минирующая моль, самшит уничтожен огневкой. Монокультуры смертельно уязвимы.

Зеленая святыня. В сознании поколений озеленение всегда носило мемориальный характер. «Зеленый пояс Славы» – концепция непрерывного кольца памяти [3]. Малахов курган, Приморский и Матросский бульвары стали символами связи подвига и красоты. Для севастопольцев вырубка деревьев – покушение на живую память.

Болевой синдром: почему зеленое хозяйство в реанимации. Управленческий коллапс. В Севастополе нет «зеленого регламента». Компенсационная высадка происходит за чертой города, а центр лысеет [4]. Аудит Контрольно-счетной палаты вскрыл правду: за посаженными деревьями никто не ухаживает в первый, самый важный год. Они не числятся на балансе. Подрядчику выгоднее посадить новые по гарантии, чем поливать уже посаженные [5]. Площадь Восставших стала кладбищем елей и туй. В

Динопарке смонтировали автополив, но на баланс не поставили – деревья засохли.

Город в бетонном корсете. КСП зафиксировала дефицит зелени – 39,3 % от норматива. В Гагаринском районе на жителя приходится менее 4 кв. м при норме 10-16. Причина – уплотнительная застройка (рис. 1).

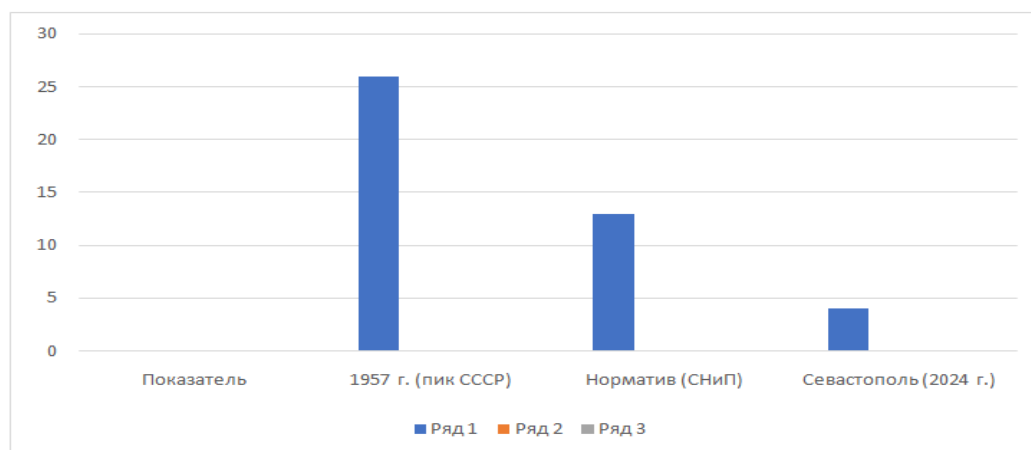


Рисунок 1 – Динамика обеспеченности зелеными насаждениями (сравнение показателей)

Кадровый голод. ГБУ «Парки и скверы» списывает провалы на «морскую соль», но у ТЦ «Муссон» частные инвесторы творят чудеса озеленения. Научные публикации с рекомендациями по устойчивым видам пылятся в библиотеках[6].

Свет в конце аллеи: новые виды и старые знания. Исследования Диденко и Репецкой доказывают: у нас гигантский потенциал редко используемых видов. Критерий – способность выживать без интенсивного ухода.

Ожидаемый результат. Первые ласточки. В городе появились эксперименты: миндаль, слива Писсарди, магнолия Суланжа. В парке Ахматовой высадили аризонские кипарисы – им нипочем морозы и засуха. Улица Гоголя стала полигоном для акции «Зеленая улица»: 60 лип посадили с полной заменой грунта и гарантийным уходом. Технология работает.

Питомники как заводы будущего. Генплан обещает увеличить зеленые зоны на 1000 гектаров. Нужна сеть современных питомников – научно-производственных центров. Без этого планы останутся на бумаге.

Древоводство как высший пилотаж. Арбористика, или древоводство, – это система управления жизненным циклом дерева в экстремальных условиях

города. Среднестатистическое городское дерево живет 25-50 лет. В природе – до 300.

Пять шагов к здоровому дереву. Профессиональный подход требует алгоритма: анализ участка, селекция, технология посадки, регулярный уход, завершение цикла с новой посадкой на том же месте. Именно на пятом этапе провал: компенсационное озеленение отправляют за город, центр превращается в каменные джунгли [7].

Институциональные провалы. У нас нет профессии арбориста, нет учета деревьев как основных средств, нет «зеленых регламентов». Есть разорванные контракты, где посадка отдельно, а уход отдельно.

Город и горожане. СевГУ готовит ландшафтных архитекторов, но выпускники не находят применения в муниципальном хозяйстве.

Проект «Пусть растут деревья, а не свалки» от «Экопрайд» – уникальная экономика замкнутого цикла: сбор вторсырья → деньги на саженцы → озеленение. За 6 лет – 180 тонн отходов, 2500 деревьев. Это системная альтернатива (рис. 2) [8].

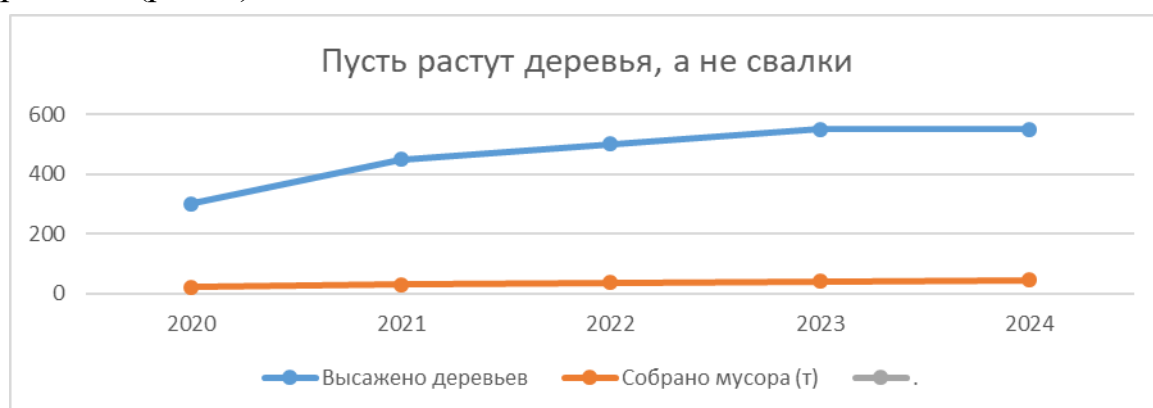


Рисунок 2 - «Пусть растут деревья, а не свалки»

Диалог глухих. Разрыв между амбициозными планами и повседневной практикой чудовищен. Системного диалога науки, власти и бизнеса не сложилось. Для севастопольцев зелень – память и идентичность [9].

Выводы.

История послевоенного восстановления учит: системный подход, опора на науку и вовлечение граждан творят чудеса. Современный кризис – результат системных ошибок. Профессиональное древоводство требует перехода к управлению жизненным циклом: контракты полного цикла, учет насаждений, подготовка арбористов. Научная база сформирована, исторический опыт

осмыслен, общественный запрос озвучен. Осталось объединить это политической волей, чтобы сохранить зеленое наследие города, умеющего возрождаться из пепла.

Список литературы

1. Булах, С. Н. Руководство работами по послевоенному лесовосстановлению и созданию «Зелёного пояса Славы» в Севастополе : исторический контекст / по материалам сюжета ГТРК «Севастополь» / С. Н. Булах. – Севастополь, 2022.

2. Быкова, Л. В. Воспоминания о восстановлении Севастополя и озеленении города в 1950–1960-е годы : устное свидетельство ветерана-озеленителя, бывшего директора Парка Победы / записано по материалам ФИЦ ИнБЮМ. – Севастополь, 2023.

3. В Севастополе зелено, но этого мало. – 2025. – 24 октября. – URL: <https://myseldon.com/ru/news/index/336885886> (дата обращения: 15.02.2026).

4. В Севастополе на улице Маринеско прижились только 10 % посаженных деревьев // Комсомольская правда – Севастополь. – 2025. – 3 декабря. – URL: <https://www.sevastopol.kp.ru/online/news/6703857/> (дата обращения: 15.02.2026).

5. Красильникова, Э. Э. Создание лечебного и терапевтического ландшафтов: опыт проектирования / Э. Э. Красильникова, И. В. Журавлева, И. А. Заика // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2021. – Т. 16, № 3. – С. 238–254.

6. Материалы Контрольно-счетной палаты (КСП) Севастополя. Аудит эффективности использования бюджетных средств на благоустройство и озеленение в 2022–2024 годах. – Севастополь : КСП, 2024.

7. Материалы о деятельности СРОО «Экопрайд» и проекта «Пусть растут деревья, а не свалки». Информация об экономике замкнутого цикла в озеленении (сбор вторсырья для закупки саженцев). – Севастополь : СРОО «Экопрайд», 2024.

8. Мильчакова, Н. А. Исторические этапы озеленения Севастополя: от Ушакова до послевоенного восстановления / Н. А. Мильчакова // Материалы Института биологии южных морей. – 2023.

9. Официальный отчёт Севприроднадзора за 2024 год. Сведения о компенсационном озеленении и лесовосстановлении в Севастополе. – Севастополь : Севприроднадзор, 2024.

References

1. Bulakh, S. N. Management of post-war reforestation and creation of the "Green Belt of Glory" in Sevastopol: historical context / based on the materials of the GTRK "Sevastopol" story / S. N. Bulakh. – Sevastopol, 2022.
2. Bykova, L. V. Memories of the restoration of Sevastopol and the greening of the city in the 1950s–1960s : oral testimony of a veteran-landscaper, former director of Victory Park / recorded according to the materials of the FIC InBYUM. – Sevastopol, 2023.
3. Sevastopol is green, but it is not enough. – 2025. – October 24. – URL: <https://myseldon.com/ru/news/index/336885886> (date of access: 15.02.2026).
4. In Sevastopol, only 10% of the planted trees have taken root on Marinesko Street // Komsomolskaya Pravda – Sevastopol. – 2025. – December 3. – URL: <https://www.sevastopol.kp.ru/online/news/6703857/> (accessed: 15.02.2026).
5. Krasilnikova, E. E. Creation of therapeutic and therapeutic landscapes: design experience / E. E. Krasilnikova, I. V. Zhuravleva, I. A. Zaika // Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Series: Agronomy and animal husbandry. – 2021. – Vol. 16, No. 3. – pp. 238-254.
6. Materials of the Control and Accounting Chamber of Sevastopol. Audit of the effectiveness of the use of budget funds for landscaping and landscaping in 2022-2024. Sevastopol : KSP, 2024.
7. Materials about the activities of the SROO "Ecoprider" and the project "Let trees grow, not landfills". Information about the economy of a closed cycle in landscaping (collection of recyclables for the purchase of seedlings). Sevastopol : SROO "Ecoprider", 2024.
8. Milchakova, N. A. Historical stages of landscaping Sevastopol: from Ushakov to post-war reconstruction / N. A. Milchakova // Materials of the Institute of Biology of the South Seas. – 2023.
9. The official report of Sevprirrodnadzor for 2024. Information about compensatory landscaping and reforestation in Sevastopol. Sevastopol : Sevprirrodnadzor, 2024.

ОПЫТ ПРИВИВКИ ХВОЙНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ РОДА PINUS В ПИТОМНИКЕ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Тихонова-Латинская Л.А., аспирант кафедры ботаники
и дендрологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Цепляев А.Н., доктор сельскохозяйственных наук,
профессор ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В статье приводятся результаты эксперимента по вегетативному размножению методом прививки четырех сортов сосны обыкновенной Ватерери ('Wattereri'), Аурея ('Aurea'), Глобоза Виридес ('Globosa Viridis'), Норский тип ('Norse typ'), проведенной в конце июля 2025 года. Растения участвующие в опыте продемонстрировали высокую эффективность размножения, положительный результат (сращивание – 100 %) достигнут во всех вариантах опыта. Также приводится описание технологии выращивания подвоя сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с ЗКС, на который проводилась прививка. Установлено, что технология подготовки подвоя, выращенного в горшке р9, потом пересаженного в контейнер 3 л позволяет добиться высокой эффективности прививки. Использование окулировочных эластиков и специальной пленки для фиксации привоя также оказывает положительное влияние на срастание частей прививаемого растения. Срастание компонентов прививки происходит в течение 4-5 недель во всех вариантах.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, интродуценты, прививка хвойных, вегетативное размножение.

EXPERIENCE IN GRAFTING CONIFEROUS INTRODUCERS OF THE GENUS PINUS IN THE NURSERY OF THE VORONEZH REGION

Tikhonova-Latinskaya L.A. Postgraduate student of the Department of the Department of Botany and Dendrology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Tseplyaev A.N. Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Department of the Department of Botany and Dendrology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. This article presents the results of an experiment on vegetative propagation by grafting four Scots pine cultivars ('Wattereri', 'Aurea', 'Globosa Viridis', and 'Norse typ'). The experiment was conducted in late July 2025. The plants participating in the experiment demonstrated high propagation efficiency, with a positive result (100 % fusion) achieved in all experimental variants. A description of the technology for growing Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) rootstock with a closed root system onto which the grafting was performed is also provided. It was found that preparing the rootstock in a p9 pot and then transplanting it into a 3-liter container enables high grafting efficiency. The use of budding elastics and a special film for fixing the scion also has a positive effect on the fusion of the grafted plant parts. The fusion of the graft components occurs within 4-5 weeks in all variants.

Keywords: common pine, introduced species, inoculation of conifers, vegetative reproduction.

Введение. В условиях современного рынка и стратегических задач по импортозамещению совершенствование технологий размножения растений приобретают особую актуальность [1, 2, 4]. Одним из инновационных и эффективных способов быстрого получения высококачественного посадочного материала перспективных интродуцентов является прививка. Этот метод размножения приобретает всё большую популярность в питомниководстве и практике садоводства особенно в случае с новыми сортами хвойных растений представителей рода *Pinus* [1, 2].

Прививка хвойных деревьев позволяет сохранить генетическую идентичность материнского растения и получить потомство с предсказуемыми морфологическими и биохимическими свойствами. В отличие от генеративного

размножения через семена, прививка обеспечивает клонирование растений, что особенно ценно для сохранения редких и уникальных сортов [3, 7, 8].

Актуальность исследования обусловлена растущим рыночным спросом на качественные саженцы хвойных растений и необходимостью решения задачи по снижению зависимости от зарубежных поставок. Результаты исследования могут способствовать устойчивому развитию лесного хозяйства и садоводства в стране [9, 10].

Цель исследования – определение эффективности размножения четырех востребованных сортов сосны обыкновенной в производственном питомнике (Воронежская область), методом прививки на подготовленный подвой с ЗКС.

Материал и методы исследования. Объектом настоящего исследования выступали представители семейства Сосновые (*Pinaceae*), а именно: сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и её сорта: Ватерери ('*Wattereri*'), Аурея ('*Aurea*'), Глобоза Виридес ('*Globosa Viridis*'), Норский тип ('*Norse typ*') представляющие собой перспективные интродуценты в условиях Центральной лесостепи.

В рамках данного исследования прививка была выполнена на подвой, выращенный в питомнике ООО «Объединённые питомники» (Воронежская область) с ЗКС. На момент прививки подвоем было пять лет. Посев семян, заготовленных с собственных маточных растений, был осуществлён в апреле 2020 года в посевные ящики в субстрат на основе с низинного торфа, выращивание проводилось на контейнерной площадке с притенением, что создало идеальные условия для начального формирования корневой системы. Сеянцы – двухлетки пересадили в контейнеры Р9, что способствовало дальнейшему нормальному росту и развитию корней.

В мае 2025 года была осуществлена пересадка саженцев сосны из контейнеров Р9 в контейнеры С3. В качестве субстрата использовался субстрат на основе верхового торфа. С мая по июль 2025 года, после пересадки, проводились подкормки удобрениями Osmocote Exact Standard 5-6 М (однократно) и Церберо 13-40-13. Для защиты от патогенных микроорганизмов и поддержания здоровья растений применялись профилактические обработки медьсодержащими фунгицидами [4].

Перед проведением прививки были проведены комплексные измерения основных биометрических показателей подвоя, включая определение высоты

растения, диаметра корневой шейки и контроля термического режима субстрата в контейнерах.

Все работы по прививке выполнялись на открытом воздухе, в условиях, исключающих прямое солнечное воздействие, с последующим размещением материала в затененной зоне, защищенной притеночной сеткой с коэффициентом затенения 50 %, что обеспечивало оптимальные условия для адаптации и интеграции привитых элементов. В процессе проведения прививок применялись следующие материалы и инструменты: эластичные универсальные силиконовые колечки, специальные пленки для прививок, немецкий копулировочный нож, мичуринский окулировочный инструмент, макетный скальпель с сменными лезвиями, спиртовые салфетки и бритвенные лезвия. После каждой прививки инструменты подвергались обязательной дезинфекции с применением 70 % этилового спирта для обеспечения стерильности и предотвращения контаминации прививаемых растений.

Прививка осуществлялась на среднюю часть подвоя. Метод прививки – «вприклад» сердцевинной на камбий. Перед проведением процедуры прививки, с черенка аккуратно удаляли хвоинки с помощью острого лезвия. Важным технологическим аспектом являлось совмещение привоя и подвоя.

Параллельно осуществлялась подготовка подвоя, для чего производился косой срез идентичного размера и конфигурации. После этого привой и подвой соединялись срезами, обеспечивая плотный контакт для оптимизации процесса срастания.

Для фиксации прививки применялись эластики силиконовые (рис. 1 а), предотвращающие смещение компонентов, а также прививочная лента саморазрушаемая, обеспечивающая дополнительную защиту от смещения и продлевающая срок службы фиксирующих элементов.

Прививка выполнялась утром 31 июля 2025 года, в этот день отмечалась малооблачная погода, температура воздуха +24...+29°C. Работы проводились в тени, что снижало влияние прямых солнечных лучей и исключало риск перегрева и фотоокисления тканей, создавая благоприятные условия для успешной трансплантации [4, 9]. После завершения прививочных операций, привитые экземпляры были размещены в естественной тени, под кронами деревьев. Полив дождеванием проводился посредством автоматизированной системы орошения.

Мероприятия по удалению защитной пленки и резинок со всех привитых экземпляров были произведены 22 сентября 2025 года. В каждом варианте опыта участвовало 20-25 растений.

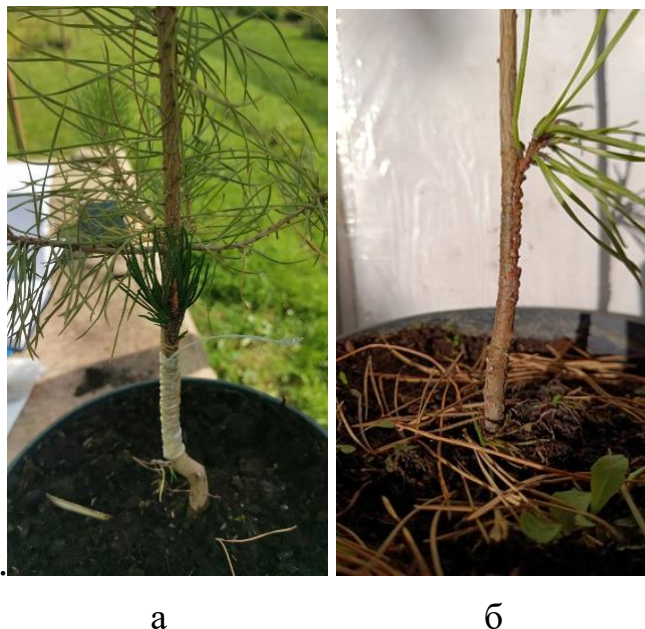


Рисунок 1 – Этапы прививки: а- начальный этап; б – срастание привоя и подвоя спустя 5 недель.

После удаления защитной пленки и эластичной ленты, спустя 5 недель, установлена полная интеграция подвоя и привоя в 100 % (рис 1 б) в каждом варианте опыта.

Результаты исследования и их обсуждение. Полученные результаты демонстрируют высокую эффективность процедуры прививки описанным выше способом, по итогам осеннего сезона не зафиксировано ни одного случая отслоения или отторжения. Даже после снятия фиксирующих материалов привитые экземпляры не проявляли признаков отторжения.

В результате исследования выявилось ряд значимых факторов, влияющих на успешность прививки перспективных сортов сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.):

Одним из ключевых факторов, определяющих успешность прививки, является использование прививочной плёнки и окулировочных эластиков, которые обеспечивают плотный контакт в системе «привой-подвой». Однако избыточная влажность под плёнкой может привести к конденсации, что увеличивает риск развития инфекционных заболеваний. Это подчёркивает

необходимость тщательного контроля за влажностным режимом и условиями окружающей среды после прививки, а также своевременного удаления пленкообразующего материала. Длительное удержание эластиков может вызвать перетягивание прививки, что приводит к её отторжению. Таким образом, необходимо соблюдать баланс между фиксацией и предотвращением механических повреждений.

Подготовка подвоя играет решающую роль в успешности прививки. Растения с более сильным физиологическим статусом демонстрируют высокую вероятность приживаемости. Это указывает на необходимость тщательного отбора подвоев с учётом их биологических характеристик для достижения оптимальных результатов. На диаграммах (рис. 2) отражены результаты измерений диаметра корневой шейки и высоты подвоя, выращиваемого в контейнерах в течение весенне-летнего периода перед процедурой прививки. Средний диаметр подвоя у корневой шейки составил 7,3 мм, что является хорошим стартовым условием для успешного проведения работ. Пересадка саженцев, используемых в качестве подвоя обеспечила быстрый рост и высокую камбиальную активность, что подтверждается высокой результативностью срастания привоя и подвоя. На графике (рис. 2 б) показан ход роста подвоя после пересадки в контейнер 3 л.

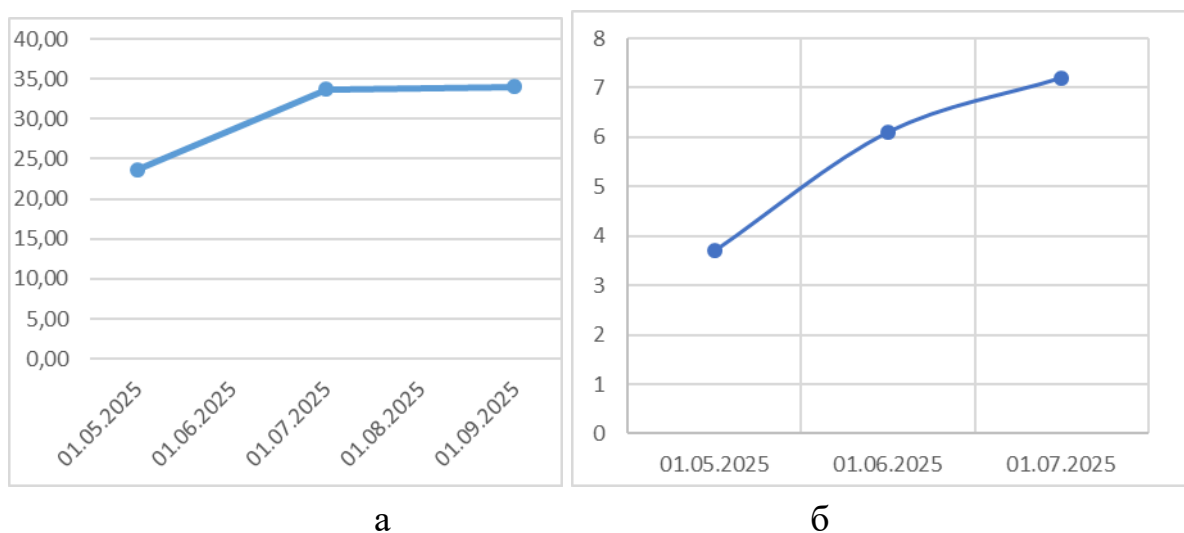


Рисунок 2 – Динамика прироста растений сосны обыкновенной (привой) в течение вегетативного периода 2025 г: а – по высоте, см; б – по диаметру, мм

Уровень инсоляции на площадке доращивания привитых растений также оказывает значительное влияние на процесс приживаемости, это прежде всего связано с необходимостью обеспечения комфортного температурного и режима, обеспечивающего, нормальное протекание физиологических процессов (фотосинтез, транспирация, дыхание и др.). Оптимальным является температурный диапазон: +16...+24 °С при высокой влажности воздуха (75-95 %). Прямое солнечное воздействие так же ускоряет деградацию окулировочного эластика под воздействием ультрафиолетового излучения, что может негативно сказываться на процесс срастания в случае раннего ослабления фиксирующего материала.

Оценка эффективности процесса требует продолжительного периода наблюдения, особенно в зимних условиях, когда биологические процессы протекают при пониженных температурах. Только по завершении зимовки можно объективно оценить качество сращивания и сделать обоснованные прогнозы относительно перспектив роста и развития привитого растения.

Заключение.

Исследование показало высокую эффективность метода прививки для вегетативного размножения четырёх сортов сосны обыкновенной. Во всех вариантах опыта было достигнуто 100% срастание привоя с подвоем, после снятия фиксирующих материалов. Успех прививки был обеспечен качественной фиксацией, высокой агротехникой выращивания подвоя с ЗКС и соблюдением оптимальных условий доращивания, включая контроль влажности и температуры. Окончательные результаты эффективности прививки следует подводить после зимовки, в период которой снижается метаболическая активность растений, и становятся более явными признаки срастания или, наоборот, отторжения привоя.

Список литературы

1. Комарова, О. В. Создание и сохранение коллекций интродуцированных древесных растений в Воронежской области / О. В. Комарова, В. Ф. Шипилова // Ботанические сады в современном мире. – 2024. – № 1. – С. 45–52.
2. Махрова, Т. Г. Хвойные интродуценты в зеленых насаждениях ВДНХ / Т. Г. Махрова, А. Ю. Сапелин // Лесной вестник. – 2023. – № 6. – С. 78-84.

3. Кузнецова, Е. А. Адаптация хвойных интродуцентов в условиях Центрального Черноземья / Е. А. Кузнецова, И. В. Бондаренко // Вестник Воронежского ГАУ. – 2022. – № 3. – С. 112-118.

4. Соловьёв, А. Н. Прививка хвойных культур в условиях питомника: методика и результаты / А. Н. Соловьёв, Л. П. Козлова // Аграрная наука региона. – 2021. – № 4. – С. 59-64.

5. Иванова, Н. С. Биологические особенности приживаемости хвойных интродуцентов при прививке / Н. С. Иванова, В. П. Тарасов // Современные проблемы науки и образования. – 2020. – № 6. – С. 101-106.

6. Лебедев, А. Ю. Эффективность различных способов прививки хвойных растений в питомниках Воронежской области / А. Ю., Лебедев, Т. В. Мельникова // Лесное хозяйство и экология. – 2023. – № 2. – С. 33-39.

7. Громова, И. В. Морфофизиологические показатели хвойных интродуцентов при прививке в условиях юга Центральной России / И. В. Громова, А. А. Сеницын // Научный журнал КубГАУ. – 2022. – № 8. – С. 1-12.

8. Петрова, Е. М. Использование микроклонального размножения и прививки для сохранения редких хвойных видов / Е. М. Петрова, С. В. Захаров, // Биотехнология растений. – 2021. – № 3. – С. 25-31.

9. Орлова, Л. Г. Адаптационные особенности хвойных интродуцентов в питомниках Воронежской области / Л. Г. Орлова, А. С. Демидов // Вестник аграрной науки. – 2020. – № 5. – С. 88-93.

10. Сидорова, Т. Н. Прививка как способ повышения устойчивости хвойных интродуцентов к стрессовым факторам / Т. Н. Сидорова, А. В. Климов // Лесоводство и агролесомелиорация. – 2023. – № 1. – С. 47-53.

References

1. Komarova, O. V. Sozdanie i soxranenie kollekcij introducirovanny`x drevesny`x rastenij v Voronezhskoj oblasti / O. V. Komarova, V. F. Shipilova // Botanicheskie sady` v sovremennom mire. – 2024. – № 1. – P. 45–52.

2. Maxrova, T. G. Xvojny`e introducenty` v zeleny`x nasazhdeniyax VDNX / T. G. Maxrova, A. Yu. Sapelin // Lesnoj vestnik. – 2023. – № 6. – P. 78-84.

3. Kuzneczova, E. A. Adaptaciya xvojny`x introducentov v usloviyax Central`nogo Chernozem`ya / E. A. Kuzneczova, I. V. Bondarenko // Vestnik Voronezhskogo GAU. – 2022. – № 3. – P. 112-118.
4. Solov`yov, A. N. Privivka xvojny`x kul`tur v usloviyax pitomnika: metodika i rezul`taty` / A. N. Solov`yov, L. P. Kozlova // Agrarnaya nauka regiona. – 2021. – № 4. – P. 59-64.
5. Ivanova, N. S. Biologicheskie osobennosti prizhivaemosti xvojny`x introducentov pri privivke / N. S. Ivanova, V. P. Tarasov // Sovremennyy`e problemy` nauki i obrazovaniya. – 2020. – № 6. – P. 101-106.
6. Lebedev A. Yu. E`ffektivnost` razlichny`x sposobov privivki xvojny`x rastenij v pitomnikax Voronezhskoj oblasti / A. Yu. Lebedev, T. V. Mel`nikova // Lesnoe xozyajstvo i e`kologiya. – 2023. – № 2. – P. 33-39.
7. Gromova, I. V. Morfofiziologicheskie pokazateli xvojny`x introducentov pri privivke v usloviyax yuga Central`noj Rossii / I. V. Gromova, A. A. Sinicyn // Nauchny`j zhurnal KubGAU. – 2022. – № 8. – P. 1-12.
8. Petrova, E. M. Ispol`zovanie mikroklonal`nogo razmnnozheniya i privivki dlya soxraneniya redkix xvojny`x vidov / E. M. Petrova, S. V. Zaxarov // Biotexnologiya rastenij. – 2021. – № 3. – P. 25-31.
9. Orlova, L. G. Adaptacionny`e osobennosti xvojny`x introducentov v pitomnikax Voronezhskoj oblasti / L. G. Orlova, A.S. Demidov // Vestnik agrarnoj nauki. – 2020. – № 5. – P. 88-93.
10. Sidorova, T. N. Privivka kak sposob povы`sheniya ustojchivosti xvojny`x introducentov k stressovy`m faktoram / T.N. Sidorova, A. V. Klimov // Lesovodstvo i agrolesomelioraciya. – 2023. – № 1. – P. 47-53.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КЛОНАЛЬНОГО МИКРОРАЗМНОЖЕНИЯ ОТОБРАННЫХ ГЕНОТИПОВ ТОПОЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАНДАРТНЫХ И МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРОТОКОЛОВ

Трапезникова Е.И., ассистент каф. лесной генетики, биотехнологии и физиологии растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Попова А.А., д-р с.-х. н., профессор зав. каф. лесной генетики, биотехнологии и физиологии растений ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Евлаков П.М., к.б.н. заведующий лабораторией анализа ПЦР НИИ ИТЛК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В результате лабораторных исследований была оценена эффективность применения стандартных и модифицированных протоколов клонального микроразмножения для трех отобранных генотипов тополя. Оптимизированы условия на всех этапах: стерилизация, введение в культуру (среда MS), мультипликация (среда WPM с 6-БАП 0,3 мг/л), укоренение ($\frac{1}{2}$ MS с ИМК) и адаптация *ex vitro* в субстрате торф:вермикулит (3:1). Было оценено влияние генотипа на эффективность стерилизации: уровень инфицирования эксплантов варьировал от 30 % до 60 % у разных сортов. Наибольший коэффициент размножения (5,2) и наименьшая высота побегов (12,8 мм) обнаружены у гибрида Т. белый $\times$ осина, тогда как у тополя 'Башкирский' была максимальная высота побегов (20,8 мм) и самый низкий коэффициент мультипликации (2,8). Частота укоренения регенерантов разных генотипов тополей была достаточно высокая, от 70 до 95 %.

Ключевые слова: тополь, клональное микроразмножение, культура *in vitro*, генотип, мультипликация, укоренение, адаптация *ex vitro*, питательная среда.

ADAPTATION OF THE MICROCLONAL PROPAGATION TECHNOLOGY FOR SELECTED POPLAR GENOTYPES.

Trapeznikova E.I., Assistant of the Department of Forest Genetics, Biotechnology and Plant Physiology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Popova A.A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Forest Genetics, Biotechnology and Plant Physiology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Evlakov P.M., Candidate of Biological Sciences, Head of the PCR Analysis Laboratory of the Research Institute of ITLC Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. As a result of laboratory studies, the efficiency of applying standard and modified clonal micropropagation protocols for three selected poplar genotypes was assessed. Conditions were optimized at all stages: sterilization, culture initiation (MS medium), multiplication (WPM medium with 0.3 mg/L 6-BAP), rooting ($\frac{1}{2}$ MS with IBA), and *ex vitro* adaptation in a peat:vermiculite substrate (3:1). The influence of genotype on sterilization efficiency was evaluated: explant contamination rates varied from 30 % to 60 % among different cultivars. The highest multiplication coefficient (5.2) and the lowest shoot height (12.8 mm) were found in the hybrid *P. alba* × *P. tremula*, while *P. 'Bashkirsky'* exhibited the maximum shoot height (20.8 mm) and the lowest multiplication rate (2.8). The rooting frequency of regenerants across different poplar genotypes was relatively high, ranging from 70 % to 95 %.

Keywords: poplar, clonal micropropagation, *in vitro* culture, genotype, multiplication, rooting, *ex vitro* adaptation, culture medium.

Введение. Различные виды рода *Populus* L. получили широкое распространение в озеленении городов благодаря комплексу ценных качеств [1]. Тополя отличаются быстрым ростом, что позволяет в короткие сроки

сформировать необходимую биомассу для улучшения среды. Они проявляют высокую устойчивость к загрязнению воздуха, эффективно улавливают пыль, газообразные поллютанты и снижают уровень шума [2].

Внедрение технологий *in vitro* позволяет тиражировать селекционно-ценные генотипы тополя, включая формы, слабо размножающиеся традиционными способами, и обеспечить интенсивное получение оздоровленного посадочного материала для плантационного лесоразведения [3].

Использование растений, полученных *in vitro*, существенно ускоряет проведение экспериментов по оценке влияния негативных факторов по сравнению с грунтовыми экспериментами, требующими как больших площадей, так и времени, затрачиваемого на выращивание растений в грунте [4].

В связи с этим целью работы является оценка эффективности применения стандартных и модифицированных протоколов клонального микроразмножения для трех генотипов тополей: гибрид Тополь белый × осина (*P. alba* L. × *P. tremula* L.), тополь 'Башкирский' (*P. nigra* L. × *P. nigra* f. *Italica* Duroi) и тополь 'Менделеевский' (*P. alba* L.).

Объекты и методика исследования. В качестве объектов исследования выбраны три генотипа тополя: гибрид Тополь белый × осина (*P. alba* L. × *P. tremula* L.), тополь 'Башкирский' (*P. nigra* L. × *P. nigra* f. *Italica* Duroi) и тополь 'Менделеевский' (*P. alba* L.).

Экспериментальные исследования проводились в лаборатории анализа ПЦР НИИ ИТЛК ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова».

Образцы отбирали с донорских растений в фазе активного роста.

По каждому генотипу отбирали не менее 50 эксплантов. В ходе введения в культуру *in vitro* фиксировали число стерильных и инфицированных единиц, а также частоту регенерации побегов.

На этапах мультипликации и укоренения проводили оценку морфометрических показателей: коэффициент размножения, высоту микроклонов, частоту ризогенеза.

Условия климатического режима: 16-ти часовой фотопериод при освещенности 30 мкм/м²·с⁻¹, температуре 24±2°C.

Результаты исследования и их обсуждения. В стандартной методике предусмотрена двухэтапная стерилизация с предобработкой 2 % «Domestos» в течение 5–15 минут и последующей основной стерилизацией в ламинар-боксе с использованием различных агентов: 0,025 % мертиолят, 7 % и 50 % «Белизна», 70 % спирт, 3 % перекись водорода [5]. Нами в ходе экспериментов была оптимизирована двухэтапная методика для всех трех генотипов. На этапе предстерилизации экспланты обрабатывали дистиллированной водой с добавлением 1-2 капель «Domestos». Основную стерилизацию осуществляли путем погружения эксплантов в раствор с концентрацией активного вещества («Domestos») 10-15 % на 30-35 минут с периодическим встряхиванием. Установлено, что использование более агрессивных агентов (50% «Белизна», мертиолят) или более длительных экспозиций не приводило к снижению уровня инфицирования, но вызывало некроз тканей эксплантов.

По окончании экспозиции образцы промывали стерильной дистиллированной водой 3 раза по 5 минут. Затем экспланты подсушивали на фильтровальной бумаге в чашках Петри, обновляли срезы на 2-3 мм и высаживали вертикально в пробирки с питательной средой.

После стерилизации каждый образец изолированно переносился в отдельные пробирки, заполненные соответствующей питательной средой. На протяжении 3 недель фиксировали число стерильных культур и эксплантов, сформировавших основной побег. Пробирки с инфекцией выбраковывались.

Как показали результаты наших исследований наибольший процент инфицированных эксплантов получен для тополя ‘Менделеевский’ – 60 %, наименьший у гибрида Т. белый × осина – 30 %, что, при одинаковой процедуре стерилизации эксплантов, по-видимому, связано с индивидуальными особенностями генотипа, что требует углубленного изучения.

Для введения в культуру *in vitro* тополей применялась среда MS с внесением цитокина 6-BAР в концентрации 0,3 мг/л и ГК (гибберелловая кислота) 0,2 мг/л, что соответствует стандартному протоколу [5].

Важно отметить, что на питательной среде MS побеги у гибрида Т. белый × осина и ‘Башкирский’ появились начиная с 21 по 25 сутки, у тополя ‘Менделеевский’ - с 27 по 33 сутки после введения в культуру *in vitro*. В случае успешного введения в культуру морфогенез проявляется в образовании одного основного или нескольких адвентивных побегов на культуру.

Таким образом, получены асептические культуры 3 генотипов тополя гибрид Т. белый×осина, тополь 'Башкирский', тополь 'Менделеевский' с высоким регенерационным потенциалом.

В стандартной методике для пролиферации пазушных меристем и элонгации побегов используются базовые среды MS и WPM (в том числе половинные составы $\frac{1}{2}$ MS и $\frac{1}{2}$ WPM), дополненные 6-БАП в широком диапазоне концентраций – от 0,2 до 1,0 мг/л, а также гибберелловой кислотой (0,2 мг/л) [5, 6]. Нами в качестве базовой среды для мультипликации была выбрана полная среда WPM, дополненная 30 г/л сахарозы и 10 г/л агар-агара. В среду вводили фитогормоны 6-БАП в концентрации 0,3 мг/л и ИУК 0,2 мг/л [5,6].

Для мультипликации микропобеги высаживались по 10-15 единиц на одну емкость. Экспланты тополя, демонстрирующие отсутствие признаков роста даже после повторной пересадки, подлежали удалению из культуры.

Отличие от стандартного подхода заключалось в оценке реакции генотипов на повышенные концентрации цитокинина. В стандартной методике предусмотрен широкий диапазон 6-БАП (0,2–1,0 мг/л), и в литературе сообщается, что повышение концентрации 6-БАП может стимулировать пролиферацию почек у некоторых древесных культур [7, 8]. Однако результаты наших исследований показали, что использование 6-БАП в составе питательных сред в концентрации выше 0,5 мг/л оказалось неприемлемым для процесса мультипликации изучаемых гибридов тополя: наблюдались витрифицированные побеги, усиливался каллусогенез, приводящий к риску соматической изменчивости. При этом происходили изменения в морфологии побегов: междоузлия сократились, уменьшились размеры листьев, изменилась их форма. Таким образом, стандартная концентрация 0,3 мг/л была признана оптимальной, а верхний диапазон (0,5–1,0 мг/л) – исключен из использования.

Наибольший коэффициент мультипликации был отмечен для гибрида Т. белый × осина – 5,2. Тополь 'Башкирский' и 'Менделеевский' имели значительно меньший показатель – 2,8 и 2,1, соответственно.

Темпы развития побегов у различных генотипов тополя после трех недель культивирования *in vitro* существенно различались. Установлено, что наибольшее среднее значение высоты побегов получено при культивировании

тополя 'Башкирский' – $20,8 \pm 1,2$ мм, наименьшее – гибрида Т. белый × осина – $12,8 \pm 0,9$ мм. У тополя 'Менделеевский' высота побегов составляла $15,4 \pm 1,0$ мм. Различия между генотипами по показателям высоты побегов достоверны ($p < 0,05$).

В стандартной методике укоренение проводят как на безгормональных средах, так и на средах, дополненных ауксинами (ИУК 0,5 мг/л, ИМК 0,01 мг/л). Также предусмотрено использование активированного угля (1 %) и снижение концентрации сахара до 1 % [5,9]. Нами на стадии укоренения использовали среду $\frac{1}{2}$ MS, уменьшали количество сахара до 1%, полностью исключали цитокинины и добавляли ауксин 3-ИМК в концентрации 2,0 мг/л. Выбор повышенной концентрации ИМК (2,0 мг/л вместо 0,01 мг/л, предусмотренных стандартом) был обусловлен предварительными экспериментами: именно при такой концентрации достигался максимальный процент укоренения для всех трех генотипов.

Через двадцать дней после помещения растений-регенерантов на питательную среду число укоренившихся побегов у гибрида Т. белый × осина составило 95,0 %, у тополя 'Менделеевский' – 70,0 %, у тополя 'Башкирский' – 81,7 %.

Для адаптации *in vitro* микропобегов тополей применяли специализированный субстрат, включающий три доли низового торфа мелкой фракции (размер частиц 0–5 мм) и одну долю агровермикулита [10].

Регенеранты извлекали из культуральной посуды и помещали в емкость с дезинфицирующим раствором 2% KMnO_4 . Корни отмывали от остатков питательной среды. Микрорастения высаживали в предварительно увлажненный субстрат с заранее подготовленными лунками в горшки Р9.

Адаптация растительной культуры тополя *in vitro* осуществлялась в специально созданных условиях туманообразующей установки с повышенным уровнем влажности. Первоначальная влажность окружающей среды поддерживалась на уровне не ниже 90%, с последующим поэтапным снижением её значений в пределах трех-четырёхнедельного периода вплоть до достижения показателя порядка 70 % [11].

По завершении процесса акклиматизации выращиваемые культуры перемещались в стандартизированные условия закрытого грунта теплицы. При достижении высоты растений в 10-15 сантиметров, их пересаживали в

контейнер большего объема, что соответствует стандартным протоколам адаптации, описанным в научной литературе [10].

Заключение

В результате проведенных исследований проведена оценка модифицированного протокола клонального микроразмножения трех отобранных генотипов тополя: гибрида Т. белый × осина, тополя 'Башкирский' и тополя 'Менделеевский'.

Для отобранных генотипов оптимизированы протоколы стерилизации и питательные среды (MS для введения, WPM для мультипликации, ½ MS для укоренения). Установлены специфические для каждого генотипа особенности: наибольший коэффициент мультипликации у гибрида тополь белый × осина (5,2), наибольшая высота побегов на стадии мультипликации у тополя 'Башкирский' (20,8 мм). Методами клонального микроразмножения получено не менее 100 регенерационных растений для каждого генотипа. Частота укоренения *in vitro* составила от 70 % (тополь 'Менделеевский') до 95 % (гибрид Т. белый×осина). В условиях контролируемой среды (теплицы) проведены этапы адаптации (*ex vitro*) и доращивания микрорастений.

Таким образом, модифицированный протокол, основанный на оптимизации стандартных методик, обеспечивает высокую эффективность клонального микроразмножения изученных генотипов тополя и может быть рекомендован для получения посадочного материала в целях озеленения и плантационного лесоразведения.

*Исследование проводилось в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1025032100180-3-1.6.11 «Разработка научно-обоснованной технологии ускоренного выращивания стандартного посадочного материала лиственных и хвойных древесных пород методами клонального микроразмножения *in vitro*, а также семенного *in vivo* для создания углерододепонирующих насаждений в условиях глобальных климатических и антропогенных изменений лесостепной зоны Европейской части России», (FZUR-2026-0005).*

Список литературы

1. Хайруллина, М. Д. Размножение тополя свердловского пирамидального серебристого селекции Н. А. Коновалова / М. Д. Хайруллина,

Ю. В. Плотникова, С. Н. Луганская // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2025. – № 1-2 (100). – С. 115–120.

2. Климов, А. В. Морфология *Populus x sibirica* G. V. Krylov & G. V. Grig. ex A. K. Skvortsov в Восточной Сибири / А. В. Климов, Б. В. Прошкин // Социально-экологические технологии. – 2022. – Т. 12. – № 3. – С. 256–274.

3. Сиволапов, А. И. Биотехнологии и традиционные технологии размножения и создания культур тополя в лесном хозяйстве ЦЧР / А. И. Сиволапов, В. А. Сиволапов // Актуальная биотехнология. – 2020. – № 3 (34). – С. 161–165.

4. Павличенко, В. В. Особенности микроклонального размножения *Populus xberolinensis* / В. В. Павличенко, М. В. Протопопова, В. К. Войников // Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды : сборник материалов Годичного собрания Общества физиологов растений России, Всероссийской научной конференции с международным участием и школы молодых ученых, Иркутск, 10–15 июля 2018 г. : в 2 ч. – Иркутск : Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, 2018. – Ч. II. – С. 1330–1333.

5. Шабанова, Е. А. Клональное микроразмножение хозяйственно-ценных форм тополя / Е. А. Шабанова, О. С. Машкина // Лесохозяйственная информация. – 2015. – № 4.

6. Sahoo Y. Micropropagation of *Vitex negundo* L., a woody aromatic medicinal shrub, through high-frequency axillary shoot proliferation / Y. Sahoo, P. Chand // Plant Cell Reports. – 1998. – Vol. 18. – P. 301–307.

7. Деменко, В. И. Особенности пролиферации боковых побегов при микроклональном размножении садовых растений / В. И. Деменко, И. А. Поздняков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 1. – С. 47–53.

8. Ташматова, Л. В. Влияние цитокининов на пролиферацию сортов яблони в культуре *in vitro* / Л. В. Ташматова, Т. М. Хромова, О. В. Мацнева // Аграрный вестник Урала. – 2025. – № 5.

9. Эрст, А. А. Клональное микроразмножение тополя Сибирского серебристого / А. А. Эрст, В. Т. Бакулин // *Turczaninowia*. – 2012. – Т. 15, № 1. – С. 108–112.

10. Деменко, В. И. Адаптация растений, полученных *in vitro*, к нестерильным условиям / В. И. Деменко, В. Г. Лебедев // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 1. – С. 52–60.

11. Каримова, В. К. Подбор условий культивирования для введения *in vitro* тополя серебристого (*Populus alba* L.) и тополя Болле (*Populus bolleana* L.) / В. К. Каримова, Г. К. Магзумова, А. А. Какимжанова // Биотехнология. Теория и практика. – 2015. – № 1. – С. 54–63.

References

1. Khairullina, M. D. Propagation of Sverdlovsk pyramidal silver poplar bred by N. A. Konovalov / M. D. Khairullina, Yu. V. Plotnikova, S. N. Luganskaya // International Journal of Humanities and Natural Sciences. – 2025. – No. 1-2 (100). – Pp. 115–120.

2. Klimov, A. V. Morphology of *Populus × sibirica* G. V. Krylov & G. V. Grig. ex A. K. Skvortsov in Eastern Siberia / A. V. Klimov, B. V. Proshkin // Social & Environmental Technologies. – 2022. – Vol. 12. – No. 3. – Pp. 256–274. (In Russian)

3. Sivolapov, A. I. Biotechnologies and traditional technologies of reproduction and creation of poplar cultures in forestry of the Central Chernozem Region / A. I. Sivolapov, V. A. Sivolapov // Current Biotechnology. – 2020. – No. 3 (34). – Pp. 161–165.

4. Pavlichenko, V. V. Features of microclonal propagation of *Populus × berolinensis* / V. V. Pavlichenko, M. V. Protopopova, V. K. Voinikov // Mechanisms of resistance of plants and microorganisms to unfavorable environmental conditions : Proceedings of the Annual Meeting of the Plant Physiologists Society of Russia, All-Russian Scientific Conference with International Participation and School for Young Scientists, Irkutsk, July 10–15, 2018 : in 2 parts. – Irkutsk : V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS Publ., 2018. – Part II. – Pp. 1330–1333

5. Shabanova, E. A. Clonal micropropagation of economically valuable poplar forms / E. A. Shabanova, O. S. Mashkina // Forestry Information. – 2015. – No. 4.

6. Sahoo, Y. Micropropagation of *Vitex negundo* L., a woody aromatic medicinal shrub, through high-frequency axillary shoot proliferation / Y. Sahoo, P. Chand // Plant Cell Reports. – 1998. – Vol. 18. – P. 301–307.

7. Demenko, V. I. Features of lateral shoot proliferation during microclonal propagation of garden plants / V. I. Demenko, I. A. Pozdnyakov // *Izvestiya Timiryazevskoy selskokhozyaystvennoy akademii*. – 2007. – No. 1. – Pp. 47–53.
8. Tashmatova, L. V. Effect of cytokinins on proliferation of apple tree varieties in in vitro culture / L. V. Tashmatova, T. M. Khromova, O. V. Matsneva // *Agrarian Bulletin of the Urals*. – 2025. – No. 5.
9. Erst, A. A. Clonal micropropagation of Siberian silver poplar / A. A. Erst, V. T. Bakulin // *Turczaninowia*. – 2012. – Vol. 15, No. 1. – Pp. 108–112.
10. Demenko, V. I. Adaptation of plants obtained in vitro to non-sterile conditions / V. I. Demenko, V. G. Lebedev // *Izvestiya Timiryazevskoy selskokhozyaystvennoy akademii*. – 2011. – No. 1. – Pp. 52–60.
11. Karimova, V. K. Selection of cultivation conditions for in vitro introduction of silver poplar (*Populus alba* L.) and Bolle poplar (*Populus bolleana* L.) / V. K. Karimova, G. K. Magzumova, A. A. Kakimzhanova // *Biotechnology. Theory and Practice*. – 2015. – No. 1. – Pp. 54–63.

ДРЕВЕСНО-ДЕКОРАТИВНЫЕ ПИТОМНИКИ ЯПОНИИ: ТРАДИЦИИ, СОВРЕМЕННОСТЬ, ТЕХНОЛОГИИ

Цепляев А.Н., д. с.-х. н., профессор каф. ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В статье приводятся данные исследований, проведенных в японских питомниках с целью изучения передовых традиционных технологий производства посадочного материала древесно-декоративных культур. Выявлены общие черты предприятий специализирующихся на выращивании растений, к которым относятся: малая площадь, семейная преемственность и многовековые традиции, использование специальной техники, формирование крупномеров в национальном стиле «Ниваки» и др. Приводятся сравнения с технологиями российских и западноевропейских питомников в части основных операций: выкопка, упаковка и пересадка растений, формирующая обрезка. Коротко освещается деятельность ассоциации производителей посадочного материала Японии.

Ключевые слова: питомник, технологии производства, посадочный материал, выкопка, обрезка, ниваки.

JAPANESE TREE AND ORNAMENTAL NURSERIES: TRADITIONS, MODERNITY, TECHNOLOGY

Tseplyaev A.N., PhD in Agriculture, Professor at the Department of Botany
and Dendrology Voronezh State University of Forestry and Technologies named after
G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. This article presents research findings from Japanese nurseries exploring advanced traditional technologies for producing planting stock for ornamental

trees. Common characteristics of these businesses, including small spaces, family continuity and centuries-old traditions, the use of specialized equipment, and the development of large-sized trees in the traditional Niwaki style, are identified. Comparisons are made with Russian and Western European nursery practices regarding key operations: digging, packaging, replanting, and pruning. The activities of the Japanese Planting Stock Producers Association are briefly discussed.

Keywords: Nursery, production technologies, planting material, digging, pruning, niwaki.

Введение. Уникальная культура садоводства и питомниководства Японии, насчитывающая несколько веков, получила особое развитие в период политической стабильности Эдо (1603-1868). Увлеченный садово-парковым искусством сёгун Токугава Иэясу ввел моду на ландшафтную архитектуру среди представителей самурайского сословия, которая была быстро подхвачена широкой массой населения страны. Поместья многих даймё (феодалов) вскоре превратились в настоящие сельскохозяйственные предприятия, где наряду с овощами, фруктами и лекарственными растениями выращивались декоративные деревья, кустарники и травянистые многолетники [1, 6]. Некоторые даймё увлеклись редкими диковинками, такими как растения с пестрой окраской листьев. Это стимулировало развитие селекции, интродукции, коллекционирования и публикации цветных иллюстраций своих коллекций. Данные традиции были подхвачены и развиты вторым сёгуном Хидэтада и третьим сёгуном Иэмицу [9]. Когда Япония в середине XIX века вышла из самоизоляции, мир был поражен садами Эдо (Токио) и достижениями в области садоводства, достигнутыми японскими селекционерами, как любителями, так и профессионалами [2]. Исследователи такие как Э. Кемпфер, К.П. Тунберг, Ф.Ф. фон Зибольд, К.И. Максимович, Д. Г. Вич, А.Р. Франше и др., были поражены количеством видов лесных и сортов плодовых и декоративных растений. По мнению известного французского ботаника Шарля Бальте, Роберт Форчун, посетивший Эдо (Токио) в 1860-х годах, был поражен количеством и разнообразием горшечных растений, выстроенных вдоль улиц перед домами по всему городу. Размышляя о состоянии своей страны, он заметил, что если бы уровень цивилизации мог измеряться любовью к растениям, то японская была бы намного выше европейской [3].

В этот же период правящая династия обратила внимание на стремительную убыль лесов. В 1670 году правительство страны начало нанимать образованных лесничих, финансировать исследовательскую деятельность и работу над инструкциями и наставлениями по лесовосстановлению и лесоразведению, а также ввело ряд законов, стимулирующих крестьян производить посадку деревьев. Эти меры дали свои плоды [6]. В настоящий момент по доле покрытой лесом площади Япония занимает второе место среди лесных держав мира после Финляндии, 68,41 % территории страны – лесные массивы [10].

Целью нашего исследования являлось изучение особенностей производства посадочного материала в японских древесно-декоративных питомниках в сравнении с российскими и европейскими компаниями.

Материал и методы исследования. Исследования проводились в период ноябрь-декабрь 2025 года в японских питомниках префектуры Тиба. Была собрана информация: о структуре производства, инструментарии, основных технологических операциях, ассортименте продукции, ассоциации производителей посадочного материала и др.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ полученной информации от руководителей и ведущих специалистов питомников, а также литературных и интернет-источников показывает, что в профессиональном сообществе выделяют следующие центры производства посадочного материала древесно-декоративных культур, в которых сосредоточено максимальное количество профильных хозяйств Японии:

- Префектура Сайтама (Saitama), г. Кавагути (Kawaguchi);
- Префектура Фукуока (Fukuoka), г. Куруме (Kurume);
- Префектура Хёго (Hyogo), г. Такаразука (Takarazuka), г. Ямамото (Yamamoto);
- Префектура Айти (Aichi) - г. Inazawa (Иназава)

Общими чертами большинства японских питомников является:

1. Большинство японских питомников заложены на бывших рисовых заливных полях, засыпанных грунтом до уровня межполевых дорог. Площадь таких полей варьирует в пределах от 1 - 1,5 соток. Средняя площадь одного фермерского хозяйства в Японии составляет около 1,8–3,2 гектара. Встречаются крупные (по японским меркам) питомники площадью до 5–10 га

(Kakuta Midori) (рис 1 б) и более (Aichi Noen Ueki Naegi Co), производственные отделения, которых зачастую разбросаны и редко образуют единый массив [8]. Имеются также придомовые питомники площадью несколько соток (рис.1 а).

Школьные отделения по периметру огорожены живыми изгородями, похожими больше на ландшафтные группы включающие несколько вечнозелёных культур (криптомерия японская, камелия японская, малотус японский, дуб сизый, бирючина японская, смолосемянник, и др.) в смешанной посадке.

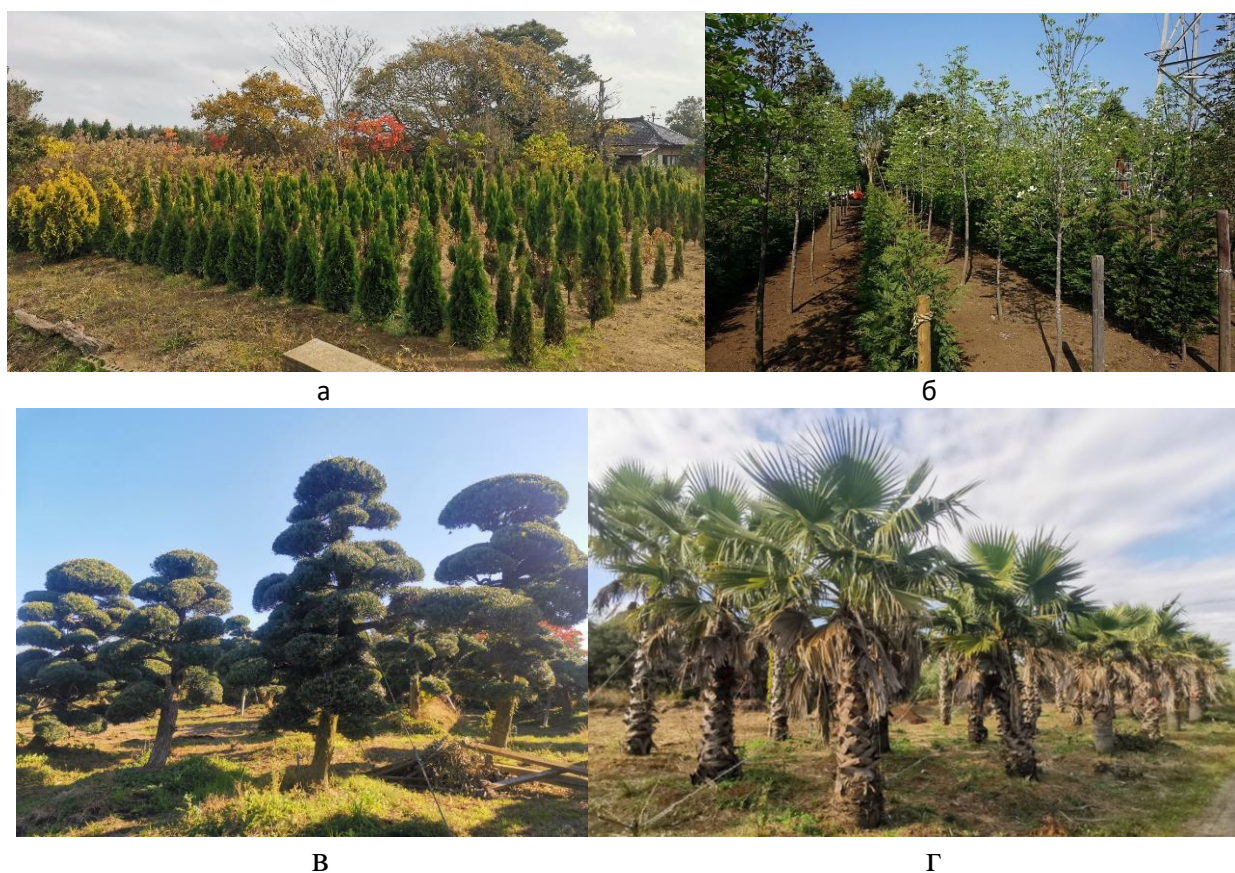


Рисунок 1. Питомники префектуры Тиба: а, б – приусадебные питомники; в, г – школьное отделение фирмы Kakuta Midori

2. Основное число японских питомников являются семейными предприятиями, которыми зачастую управляют старейшины кланов, пользующиеся высоким авторитетом. Управление, как правило, передаётся по наследству. Наследники обучаются в профильных колледжах и университетах, несколько лет стажировются в других питомниках, в том числе в Европе и США, и возвращаются в свою фирму. В последние десятилетия в следствие стремительного старения населения и оттока молодёжи в крупные городские

агломерации возникает нехватка специалистов и рабочих, что грозит нарушением профессиональной преемственности и закрытием некоторых фирм.

3. Многовековой производственный опыт, передаваемый из поколения в поколение, позволяет поддерживать трудовые традиции и сохранять высокое качество продукции. Работники питомника, во главе с руководителем, выполняют большое количество операций таких как: формирующая обрезка, выкопка и упаковка растений различного возраста, контейнеризация посадочного материала, управление всеми видами спецтехники, уходные мероприятия и др.

4. Использование средств малой механизации и спецтехники таких как: мини-тракторы, мини-экскаваторы, краны-манипуляторы, небольшие грузовики, мотопомпы и др.). В отличие от российских и западноевропейских питомников, использующих выкопочные машины и навесные агрегаты, японские специалисты для выкопки растений используют экскаваторы, предварительно обрезая крупные корни специальными бензопилами.

Корневые комы упаковываются только в мешковину различной плотности и фиксируются веревками, без использования металлических сеток и каркасов. Это возможно благодаря многолетней подготовке и множеству пересадок в школах. В арсенале японских питомниководов много высококачественного ручного инструмента (секаторы, ножницы, ножовки и др.), бензиновый инструмент во основном представлен триммерами и бензопилами. Аккумуляторные кусторезы распространены в меньшей степени по сравнению с европейскими и российскими питомниками. Большинство работ по формирующей и поддерживающей обрезке производится шпалерными ножницами и секаторами, даже на высоких живых изгородях.

5. Формирование крупномерных саженцев в школах длительного выращивания в национальном стиле «Ниваки» [4]. В отличие от западноевропейских и российских питомников в японских фирмах можно увидеть топиары возрастом 350-500 лет, которые формируются в течение жизни нескольких поколений. Существует разделение труда, при котором высокотехнологичные операции (выкручивание ветвей, растягивание на бамбуковые лигатуры, формирование скелета и закладка будущего образа ниваки и др.) выполняет небольшой круг мастеров, специально приглашаемых

питомниками. Наличие топиаров высотой более 5-6 метров предполагает применение специальных люлек, навешиваемых на стрелу крана-манипулятора и дистанционно управляемых самим мастером. Формы кроны у ниваки тоже отличаются от европейских и российских, у многих топиаров из сосны, ногоплодника, самшита, тиса имеются большие верхушечные «облачка», а также плотная и густая крона, формирование которой в условиях центральной полосы России нерационально ввиду меньшей региональной инсоляции и снеговой нагрузки и видового состава растений.

Важнейшей культурой для производства ниваки является ногоплодник крупнолистный (*Podocarpus macrophyllus* (Thunb.) Sweet ex D. Don). Из которого создаются как ниваки и бонсай, так и живые изгороди различных размеров и возраста. Для формирования бонсай и ниваки в массовой культуре используются также представители рода *Pinus*. На японском архипелаге произрастает шесть видов сосен, в традиционном садоводстве и бонсайминге используются только три: сосны Тунберга (*Pinus thunbergii* Parl.) или чёрная сосна, (Куро-мацу), сосна густоцветковая (*P. densiflora* Siebold et Zucc.) или красная сосна (Ака-мацу), сосна мелкоцветковая (*P. parviflora* Siebold & Zucc.) или белая сосна (Химэ-ко-мацу). Остальные виды — это *P. pumila*, кустарниковая сосна, произрастающая в северных альпийских регионах, *P. koraiensis*, китайская сосна горного происхождения и *P. amamiana*, единственный японский эндемик, произрастающий на южных островах архипелага, находят меньшее применение в массовом производстве ниваки [5].

6. Использование ресурсосберегающих (капельный полив, солнечная энергетика и др.), экологически чистых технологий и вспомогательных материалов (бамбук, джут, рисовая солома, навоз и др.).

7. Производители посадочного материала используют в обиходе национальные названия растений и самобытную систему идентификации и классификации, латинские и европейские термины используются в основном в питомниках, работающих на экспорт.

8. Питомники в основном продают растения через коммерческие оптовые рынки. Реализация частным лицам происходит в основном через ландшафтных архитекторов или садовые центры. В последнее время, с развитием маркетплейсов, возрос спрос на контейнеризированный посадочный материал.

Большая часть питомников, работающих на экспорт реализует хорошо сформированные крупномерные саженцы возрастом от 5 до 100 лет.

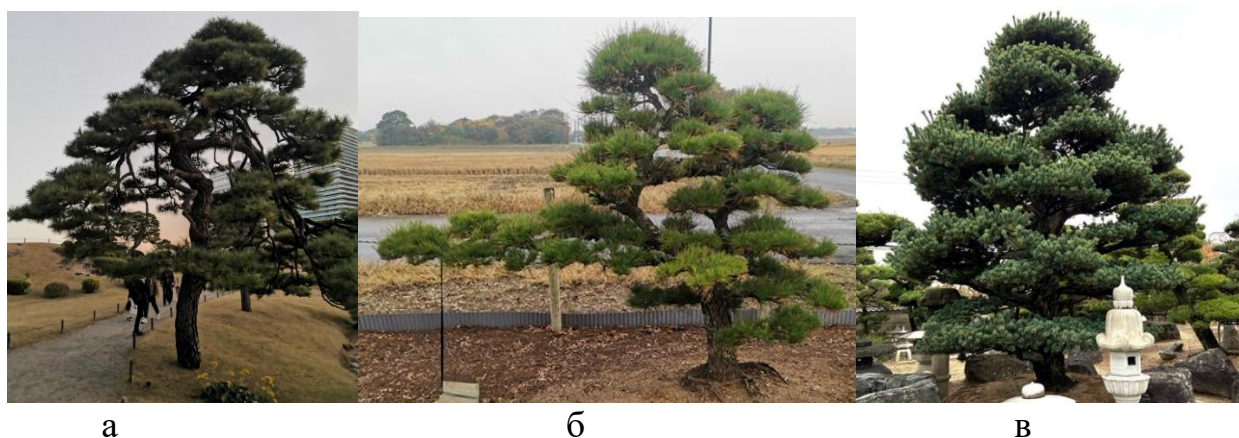


Рисунок 2. Сосны, используемые в изготовлении ниваки и бонсай:
а) сосна Тунберга; б) сосна густоцветковая; в) сосна мелкоцветковая

10. Питомники Японии объединены в ассоциацию производителей посадочного материала объединяющую хозяйства из 42 префектур страны [8]. В рамках деятельности ассоциации питомниководы проводят:

- Информационно-просветительские занятия по вопросам озеленения в начальных и средних школах;
- Для всех заинтересованных специалистов зеленой отрасли на базе Токийского сельскохозяйственного университета проводится тест по идентификации 100 деревьев, играющих важную роль в формировании окружающей среды, по их ветвям и листьям с выдачей сертификатов трех уровней;
- Семинары по подготовке экспертов по озеленению (Министерство окружающей среды);
- Конкурса «Зеленый ароматный градостроительный проект» (при Министерстве окружающей среды), в рамках которого питомники представляют ароматические растения для озеленения городов;
- Разработку и внедрение стандартов качества производимого посадочного материала, рекомендованного к использованию в общественных и частных проектах озеленения;
- Спонсорская поддержка памятных мероприятий различного уровня, в части снабжения уникальным посадочным материалом;

- Сотрудничество с ботаническими садами японского архипелага, в рамках популяризации озеленения и сохранения биоресурсов. Проведение научных конференций, создания демонстрационных садов и др.;
- Реализация проекта по распространению и популяризации местных видов растений. В целях содействия сохранению биоразнообразия и генетических ресурсов, были разработаны правила производства посадочного материала, четко определяющие: отслеживаемость древесных видов, мест сбора и производственных зон, а также установили единые стандарты качества для содействия производству и бесперебойной поставке высококачественных «местных саженцев»;
- Сертификация садовых деревьев, которые формировались в течение многих десятилетий с использованием самых передовых технологий и обладают высокой эстетической ценностью. в номинации «Особые»

Заключение

Питомниководство Японии очень самобытное направление, изучение которого невозможно без погружения в культуру этой, до недавнего времени, закрытой страны. Многие технологические приемы в японских питомниках имеют тысячелетние традиции, которые в последнее время становится все труднее сохранять. Популярное сейчас в России японское искусство «Ниваки» требует всестороннего изучения как с эстетической, биологической так и с исторически-философской позиций.

Список литературы

1. Голосова, Е. В. Сады восходящего солнца : ландшафтное искусство Японии / Е. В. Голосова. – Москва : Памятники исторической мысли, 2017. – 600 с. – ISBN 978-5-88451-353-2.
2. Голосова, Е. В. Японский сад: история и искусство / Е. В. Голосова. – Москва : МГУЛ, 2002. – 284 с. – ISBN 5-8135-0077-4.
3. Baltet C. L'Horticulture dans les cinq parties du monde (1895), véritable Larousse de l'horticulteur. URL: <https://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=https%3A%2F%2Fgallica.bnf.fr%2Fark%3A%2F12148%2Fbpt6k1458170#federation=archive.wikiwix.com&tab=url>.
4. Hobson J. Niwaki : pruning, training and shaping trees the Japanese way / Published in 2007 by Timber Press, Inc. 144 pages ISBN 978-0-88192-835-8.

5. Matthews, Jill. 2019. Sonamu, Pinus densiflora. International Dendrological Society Yearbook 2019, pp. 72-79.
6. Takei J., Keane M. P. Sakuteiki: Visions of the Japanese Garden: A Modern Translation of Japan's Gardening Classic (Tuttle Classics) Paperback – Illustrated, October 15, 2008 256 pages. ISBN 13978-0804839686.
7. Японские питомники: формируя характер растений. – URL: <https://zstrela.ru/projects/magazine/sections/puteshestviya/yaponskie-pitomniki-formiruya-harakter-rasteniy-0>.
8. Японская ассоциация деревьев. – URL: <https://www.ueki.or.jp/index.php?catid=137&blogid=20>.
9. Замечательная история японского садового дизайна. – URL: <https://www.inakahouse.com/history-of-japanese-garden-design-from-heian-to-modern-period/#2-deane>.
10. Площадь лесов (% суши) | Норвегия. – URL: <https://statbase.ru/data/jpn-forest-area-percent-of-land/>.

References

1. Golosova, E. V. Gardens of the Rising Sun. Landscape Art of Japan. / E. V. Golosova, M. Monuments of Historical Thought, 2017. Published: primbook.su, 2017. 600 p. – ill. ISBN 978-5-88451-353-2
2. Golosova, E. V. Japanese Garden: History and Art. Moscow: Moscow State University of Forestry, 2002. – 284 p. ISBN 5-8135-0077-4
3. Baltet C. L'Horticulture dans les cinq parties du monde (1895), véritable Larousse de l'horticulteur. – URL: <https://archive.wikiwix.com/cache/index2.php?url=https%3A%2F%2Fgallica.bnf.fr%2Fark%3A%2F12148%2Fbpt6k1458170#federation=archive.wikiwix.com&tab=url>.
4. Hobson J. Niwaki : pruning, training and shaping trees the Japanese way / Published in 2007 by Timber Press, Inc. 144 pages ISBN 978-0-88192-835-8
5. Matthews, Jill. Sonamu, Pinus densiflora. International Dendrological Society Yearbook 2019, pp. 72-79.
6. Takei J., Keane M. P. Sakuteiki: Visions of the Japanese Garden: A Modern Translation of Japan's Gardening Classic (Tuttle Classics) Paperback – Illustrated, October 15, 2008 256 pages. ISBN 13978-0804839686.
7. Japanese nurseries: shaping the character of plants. – URL: <https://zstrela.ru/projects/magazine/sections/puteshestviya/yaponskie-pitomniki-formiruya-harakter-rasteniy-0>.

8. Japan Tree Association. – URL: <https://www.ueki.or.jp/index.php?catid=137&blogid=20>.

9. The Remarkable History of Japanese Garden Design. – URL: <https://www.inakahouse.com/history-of-japanese-garden-design-from-heian-to-modern-period/#2-deane>.

10. Forest area (% of land area) | Norway. – URL: <https://statbase.ru/data/jpn-forest-area-percent-of-land/>.

ПРАКТИКА ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА С ЗКС С ПРИМЕНЕНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Шовкун В.А., аспирант кафедры ботаники и дендрологии, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
Россия, Воронеж

Цепляев А.Н., профессор кафедры, доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по оценке эффективности технологии «Контейнер в контейнере» (Pot-in-pot) и Air-pot при выращивании посадочного материала сосны обыкновенной в условиях питомника Воронежской области. Сравнительный анализ четырех вариантов размещения контейнеров – заглубленная система Pot-in-pot – продемонстрировал тенденцию превосходства двухконтейнерной технологии над традиционной технологией производства растений.

Ключевые слова: «Контейнер в контейнере», Air-pot, сосна обыкновенная, посадочный материал, закрытая корневая система.

PRACTICE OF GROWING PLANTING MATERIAL WITH CONCRETE CROSSING USING VARIOUS TECHNOLOGIES

Shovkun V.A., postgraduate student, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Russia, Voronezh

Tsyplyaev A.N., Professor of the Department, Doctor of Agricultural Sciences at the Department of Foreign Languages, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. This article presents the results of a study evaluating the effectiveness of the "Pot-in-pot" and "Air-pot" technologies for growing Scots pine planting material in a nursery in the Voronezh Region. A comparative analysis of

four container placement options—the in-ground Pot-in-pot system—demonstrated the superiority of the two-container technology over traditional plant production.

Keywords: Container-in-container, Air-pot, Scots pine, planting material, closed root system.

Введение. Эффективное лесовосстановление и формирование устойчивых лесных насаждений напрямую зависят от качества используемого посадочного материала. В современных условиях, возрастающих климатических и антропогенных нагрузок питомниководство сталкивается с необходимостью не только массового, но и высокотехнологичного производства сеянцев и саженцев, обладающих высокими адаптивными свойствами. Однако традиционные агротехнические методы зачастую не способны в полной мере обеспечить оптимальные условия для роста, особенно в регионах с континентальным климатом, где растения подвергаются стрессу от перегрева корней летом и промораживания корневого кома зимой [2, 5].

В ответ на эти вызовы в питомниководстве активно внедряются инновационные технологии, направленные на управление средой обитания корневой системы. Одной из наиболее перспективных разработок конца XX века стала система «Контейнер в контейнере» (Pot-in-pot), изначально апробированная в питомниках США [3]. Ее принципиальное отличие заключается в двухъярусном размещении растений: мобильный внутренний контейнер помещается в стационарный внешний, вкопанный в грунт. Такая конструкция призвана решить комплекс проблем, связанных с перегревом субстрата, резкими колебаниями влажности и температурными стрессами, характерными для классического контейнерного выращивания на открытых площадках [1].

В связи с этим актуальным является сравнительное изучение влияния различных технологических приемов в условиях контейнерного отделения питомника на рост и развитие отдельных древесных пород, в частности сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) породы, перспективной для лесоразведения в Центральном Черноземье. Анализ биометрических показателей, выравненности посадочного материала и его физиологического состояния в зависимости от применяемой технологии позволит не только выявить наиболее эффективные практики, но и даст научное обоснование для оптимизации производственного процесса в питомниках с целью получения максимально качественного и жизнеспособного посадочного материала [1, 2, 4].

Цель исследования – Целью настоящей работы является сравнительная оценка влияния различных технологий контейнерного выращивания: классическая заглубленная система «Контейнер в контейнере», наземный вариант Pot in pot, Air-pot, а также традиционная открытая площадка) на рост и развитие однолетних сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L. в условиях питомника Воронежской области.

Материал и методы исследования. Программа эксперимента включала сравнительное испытание четырех технологических вариантов размещения контейнеров. Помимо традиционной открытой площадки (контроль) и классической системы «Контейнер в контейнере» (наземный пот-ин-пот), в схему опыта были введены дополнительные модификации: контейнеры Air-pot, обеспечивающие воздушную подрезку корней, а также экспериментальная конструкция наземного размещения внешних контейнеров без заглубления в грунт. Все варианты размещались в идентичных почвенно-климатических условиях на территории питомника, что позволило минимизировать влияние фоновых факторов.

В ходе проведения эксперимента, начатого в 2024 году, на всех четырех вариантах технологических вариантах (контрольная открытая площадка, наземный пот-ин-пот, заглубленный пот-ин-пот, Air-pot) расположенных в питомнике ООО «Объединенные питомники» был организован систематический учет морфометрических показателей сеянцев сосны обыкновенной. Программа наблюдений включала комплекс замеров, характеризующих как общее развитие надземной части, так и специфические видовые особенности хвойных пород.

Основными учетными параметрами выступили: высота сеянца (длина стволика от корневой шейки до верхушечной почки), диаметр корневой шейки. Измерение диаметра выполнялись с помощью электронного штангенциркуля и высоты растений – мерной линейки с точностью до 0,1 см.

Результаты исследования и их обсуждение. В ходе эксперимента, заложенного в 2024 году, были получены первичные данные по высоте и диаметру корневой шейки однолетних сеянцев сосны обыкновенной для четырех технологических вариантов: классическая заглубленная система «Контейнер в контейнере» (Pot in pot), контроль (открытая площадка), наземный вариант Pot in pot (без заглубления внешнего контейнера) и Air-pot. Результаты замеров представлены на диаграмме.

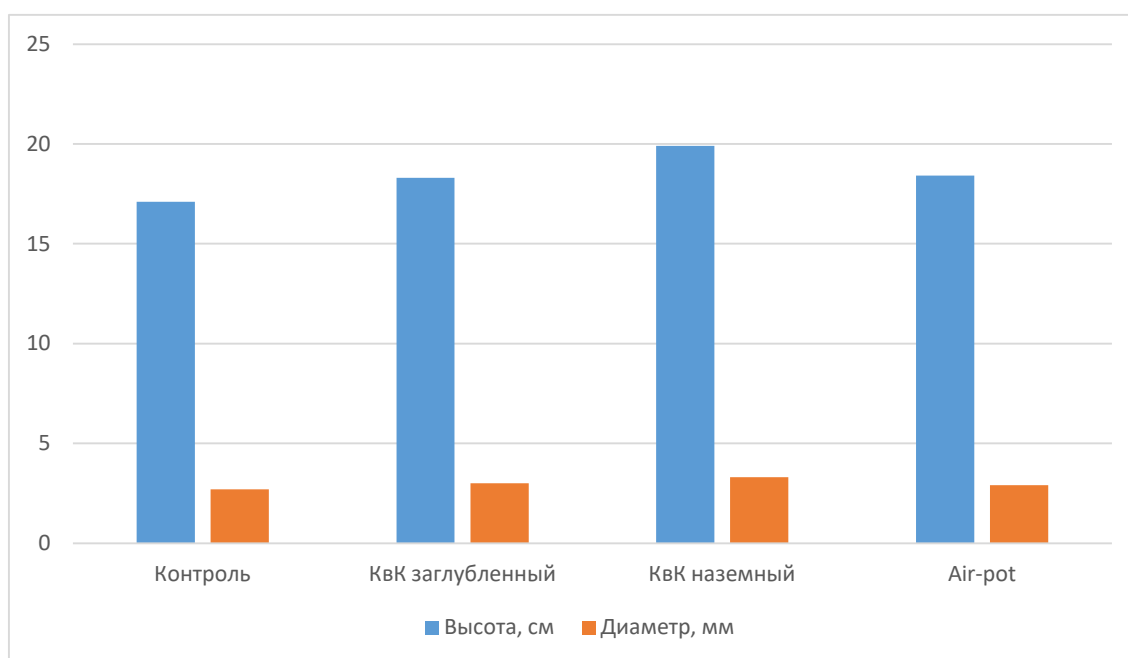


Рисунок 1 – Средние данные основных биометрических показателей (высота и диаметр у корневой шейки) саженцев сосны обыкновенной по итогам 2024 года выращенных по различным технологиям

Наибольшая средняя высота сеянцев зафиксирована в варианте с наземном КвК– отдельные экземпляры достигали 24,3 см при диаметре корневой шейки 0,45 мм. В целом по выборке высота варьировала от 14,0 до 24,3 см, диаметр – от 0,2 до 0,45 мм. Обращает на себя внимание достаточно высокая выравненность посадочного материала: большая часть растений имеет диаметр в диапазоне 0,3–0,4 мм и высоту 16–20 см.

В контроле наблюдается существенный разброс показателей: при максимальной высоте 23,2 см и диаметре 0,4 мм встречаются сильно отстающие в росте экземпляры с высотой всего 4,1 см и диаметром 0,25 мм. Это свидетельствует о высокой гетерогенности условий на открытой площадке и значительном влиянии микроклиматических стрессоров на отдельные растения. Средние показатели контроля уступают значениям, полученным в варианте с заглубленным КвК.

Технология с заглубленным КвК показала результаты выше контрольных: максимальная высота сеянца достигла 26,3 см при диаметре 0,4 мм. При этом выборка демонстрирует стабильные показатели: большинство растений имеют высоту в интервале 17–24 см и диаметр 0,3–0,4 мм. Можно предположить, что в условиях 2024 года наземное размещение КвК обеспечило достаточную термостабилизацию без эффекта временного переувлажнения, который иногда возникает в заглубленных конструкциях.

Технология Air-pot показала результаты, превышающие контроль: максимальная высота составила 26,0 см при диаметре 0,35 мм, однако значительная часть растений имеет высоту 12–17 см и диаметр 0,2–0,3 мм. Возможно, для сосны обыкновенной воздушная обрезка корней на данном этапе онтогенеза не дает немедленного положительного эффекта, либо требуется корректировка режима полива и питания при использовании данной технологии.

Заключение

Предварительный анализ данных первого вегетационного сезона позволяет констатировать наличие следующих тенденций. Высокие показатели роста продемонстрировали сеянцы в обоих вариантах системы Контейнер в контейнере – как заглубленном, так и наземном. Средние значения высоты и диаметра в обеих группах превышали контроль. Контрольная группа характеризовалась наибольшим разбросом индивидуальных показателей: при наличии отдельных крупных экземпляров (до 24,9 см) встречались сильно угнетенные растения высотой всего 4,1 см, что типично для открытых контейнерных площадок. Технология Air-pot в первый год выращивания также продемонстрировала эффективность, превышающую контроль.

Таким образом, в ходе эксперимента, подтверждена тенденция доминирования результатов двухконтейнерной системы выращивания над традиционной технологией. Система «Контейнер в контейнере» (как в классическом заглубленном, так и в наземном исполнении) по данным биометрии обеспечивает более стабильный температурно-влажностный режим корневой зоны, что выражается в ускорении ростовых процессов, повышении выравненности посадочного материала и снижении зависимости растений от неблагоприятных погодных факторов. Особого внимания заслуживает результат, полученный в 2024 году по наземному варианту Pot in pot: его эффективность оказалась не ниже, а по отдельным показателям даже выше, чем у заглубленной конструкции. Это открывает перспективы для упрощения и удешевления технологии при сохранении ее агротехнических преимуществ.

Список литературы

1. Легенчук, Н. Н. Организация питомника с применением методики Pot-in-pot / Н. Н. Легенчук // Питомники России: от становления к совершенствованию: сборник докладов XII ежегодной конференции Ассоциации производителей посадочного материала. – Москва : АППМ, 2019. – С. 56-71.

2. Трещевская, Э. И. Применение удобрения пролонгированного действия при выращивании посадочного материала по системе Pot-in-pot / Э. И. Трещевская, А. Н. Цепляев // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2017. – № 4. – С. 48-55.
3. Cullen, W. J. Pot in pot: from concept to reality / W. J. Cullen // Comb. Proc. Intern. Plant Propagators'Soc. – 2000. – S. 1. – Vol. 49. – P. 437-441.
4. Feasibility of Using Biocontainers in a Pot-in-pot System for Nursery Pro-duction of River Birch / T. Li, G. Bi, G. Niu ets. // Hort Technology. – 2015. – Vol. 25, № 1. – P. 57-62. – DOI 10.21273/HORTTECH.25.1.57.
5. Ingram, D. L. Review: Characterization and impact of supraoptimal root-zone temperatures in container-grown plants / D. L. Ingram, J. M. Ruter, C. A. Martin // HortScience. – 2015. – № 50. – P. 530-539.

References

1. Legenchuk, N. N. Organization of a nursery using the Pot-in-pot method / N. N. Legenchuk // Nurseries of Russia: from formation to improvement: collection of reports of the XII annual conference of the Association of Producers of Planting Material. – Moscow : APPM, 2019. – Pp. 56-71.
2. Treshchevskaya, E. I., Tseplyaev, A. N. Use of slow-release fertilizers when growing planting material using the Pot-in-pot system / E. I. Treshchevskaya, A. N. Tseplyaev // Transactions of the St. Petersburg Research Institute of Forestry. – 2017. – No. 4. – Pp. 48-55.
3. Cullen, W. J. Pot in pot: from concept to reality / W. J. Cullen // Comb. Proc. Intern. Plant Propagators'Soc. – 2000. – S. 1. – Vol. 49. – P. 437-441.
4. Feasibility of Using Biocontainers in a Pot-in-pot System for Nursery Pro-duction of River Birch / T. Li, G. Bi, G. Niu ets. // Hort Technology. – 2015. – Vol. 25, № 1. – P. 57-62. – DOI 10.21273/HORTTECH.25.1.57.
5. Ingram, D. L. Review: Characterization and impact of supraoptimal root-zone temperatures in container-grown plants / D. L. Ingram, J. M. Ruter, C. A. Martin // HortScience. – 2015. – № 50. – P. 530-539.

**СЕКЦИЯ 5. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ. ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭТИКИ
В СОХРАНЕНИИ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЭКОСИСТЕМ**

DOI: 10.58168/CSTIBSPC2026_457-465

УДК 37.026:504.75

**ОБРАЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ:
КЛИМАТИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ВЫЗОВЫ**

Зотова П.В., преподаватель СПО, кафедра ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Селина В.Д., преподаватель СПО, кафедра ботаники и дендрологии
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. Статья посвящена анализу трансформации образования как ответа на глобальные климатические и социальные вызовы современности. Устаревшая индустриальная модель образования не способна подготовить новые поколения к жизни в условиях неопределенности, вызванной изменением климата, цифровизацией и растущим неравенством. Целью работы является определение направлений кардинального обновления образовательных систем для формирования у учащихся ключевых компетенций: адаптивности, устойчивости, критического мышления и способности к эффективным действиям в постоянно меняющемся мире. В статье последовательно рассматриваются: взаимосвязь климатических и социальных кризисов, создающих комплексные вызовы для общества. Новые цели образования, смещающиеся от передачи знаний к воспитанию экологической и социальной ответственности. Необходимые изменения в содержании и методах образования, включая междисциплинарность, интеграцию принципов устойчивого развития и использование цифровых технологий. Педагогические стратегии для формирования гражданской

активности через практико-ориентированные проекты. Перспективы развития образования, требующие синергии усилий государства, образовательных учреждений и общества. Делается вывод о том, что образование должно стать системным инструментом адаптации, формируя не только знания, но и ценности солидарности и глобальной ответственности, что требует консолидированных долгосрочных усилий всех заинтересованных сторон.

Ключевые слова: климатические изменения, междисциплинарность, образование, проектное обучение, экологическая ответственность

EDUCATION IN THE CONTEXT OF GLOBAL CHANGES: CLIMATIC AND SOCIAL CHALLENGES

Zotova P.V., vocational Education Teacher at the Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Selina V.D., vocational Education Teacher at the Department of Botany and Dendrology, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Abstract. The article is dedicated to analyzing the transformation of education as a response to the global climate and social challenges of today. The outdated industrial model of education is unable to prepare new generations for life in conditions of uncertainty caused by climate change, digitalization, and growing inequality. The aim of the work is to identify directions for a fundamental renewal of educational systems to develop key competencies in students: adaptability, resilience, critical thinking, and the ability to take effective action in an ever-changing world. The article systematically examines: the interconnection of climate and social crises that create complex challenges for society; new educational goals shifting from knowledge transmission to fostering environmental and social responsibility; and the necessary changes in the content and methods of education, including interdisciplinarity, integration of sustainable development principles, and the use of digital technologies. Pedagogical strategies for fostering civic engagement through practice-oriented projects. Prospects for the development of education that require the synergy of efforts from the state, educational institutions, and society. It is concluded

that education should become a systemic tool for adaptation, shaping not only knowledge but also values of solidarity and global responsibility, which requires consolidated long-term efforts from all interested parties.

Keywords: climate change, interdisciplinarity, education, project-based learning, environmental responsibility

Введение. Современный мир сталкивается с тектоническими сдвигами — климатическими, технологическими и социальными. Чтобы подготовить новые поколения к жизни в этой принципиально новой, неопределенной реальности, необходимо кардинально изменить сам подход к образованию. Устаревшая индустриальная модель образования уже не справляется с вызовами пандемий, цифровизации и растущего неравенства. Ключевой задачей становится развитие у учащихся устойчивости, критического мышления и способности эффективно действовать в условиях постоянных перемен и сложности.

Цель исследования — рассмотреть, как образование должно трансформироваться для подготовки члена современного общества к жизни в условиях климатических и социальных изменений, формируя адаптивность и устойчивость.

Материал и методы исследования. Историко-генетический (ретроспективный) анализ. Анализ понятийно-категориального аппарата (концептуальный анализ). Метод критического анализа литературы.

Результаты исследования и их обсуждения.

Глобальные изменения и их влияние на современное общество. Современный мир сталкивается с комплексом взаимосвязанных кризисов, определяющих новую социальную и экологическую реальность. Ключевые климатические вызовы — стремительное изменение климата, учащение экстремальных погодных явлений, деградация экосистем и истощение природных ресурсов — напрямую угрожают основам человеческой жизни.

Параллельно усиливаются социальные изменения: масштабные миграционные потоки, вызванные как климатическими, так и экономическими факторами, стремительная урбанизация и углубляющееся социально-экономическое неравенство. Эти процессы неразрывно связаны: климатические потрясения усугубляют социальные проблемы, а социальная уязвимость, в свою очередь, снижает способность сообществ к адаптации. Взаимодействие

этих факторов создаёт «идеальный шторм» вызовов, требуя от общества и каждого человека беспрецедентной адаптивности и устойчивости.

Роль образования в условиях климатических и социальных вызовов. В контексте глобальных изменений образование перестает быть лишь инструментом передачи знаний, становясь ключевым механизмом формирования экологической и социальной ответственности. Его центральная задача – воспитание поколения, осознающего последствия своих действий для планеты и общества.

Система образования должна интегрировать принципы устойчивого развития в свою основу. Это предполагает не только изучение экологических дисциплин, но и формирование критического мышления, системного видения проблем, а также практических навыков, таких как ресурсосбережение и гражданская активность.

Кроме того, образование обязано готовить к профессиональной деятельности в быстро меняющемся мире. Это требует развития адаптивности, цифровой грамотности и компетенций для «зеленой» экономики, социального предпринимательства и управления рисками.

Адаптация системы образования к новым вызовам. Чтобы эффективно выполнять свою обновлённую миссию, сама система образования требует глубокой адаптации. Первостепенным является внедрение экологической повестки и принципов устойчивого развития не как отдельных предметов, а в качестве сквозной основы всех учебных дисциплин. Это формирует целостное, устойчивое мышление у обучающихся.

Модернизация должна затронуть содержание и методы. Учебные программы требуют пересмотра в сторону междисциплинарности, объединяя естественнонаучные, социальные и гуманитарные знания для анализа сложных проблем. Акцент смещается с заучивания фактов на развитие ключевых компетенций: критического и системного мышления для оценки информации, креативности и инновационности для поиска решений, социального интеллекта для межкультурного взаимодействия.

Технологии становятся важнейшим инструментом трансформации. Цифровые платформы и дистанционные форматы не только обеспечивают доступность, но и позволяют моделировать сложные процессы, визуализировать климатические изменения, налаживать глобальное

образовательное сотрудничество, создавая новую, гибкую и открытую образовательную экосистему.

Образовательные стратегии для формирования гражданской ответственности. Ключевой задачей образования в эпоху глобальных вызовов становится воспитание не просто знающего, но и ответственного гражданина, осознающего свою роль в решении коллективных проблем. Для этого необходимы специальные педагогические стратегии, выходящие за рамки традиционного урока.

Во-первых, это внеклассные проекты и акции по экологической тематике. Участие в озеленении территорий, мониторинге состояния местных водоёмов, раздельном сборе мусора или энергосберегающих проектах трансформирует абстрактные знания о климате в личный опыт. Практические действия формируют экологическую привычку и понимание прямой причинно-следственной связи между поступком и его последствиями для планеты.

Во-вторых, крайне важно вовлечение учащихся в социальные инициативы. Волонтёрство в приютах для животных, помощь пожилым людям, организация благотворительных событий или социальное проектирование для улучшения жизни местного сообщества учат эмпатии и показывают, как личный вклад может изменить ситуацию к лучшему. Это преодолевает социальное отчуждение и культивирует установку на активное участие.

Фундаментом этих практик является целенаправленное формирование ценностей солидарности, равенства и ответственности. Образовательная среда должна поощрять диалог, командную работу, уважение к разнообразию и критическое осмысление вопросов справедливости. Обсуждение глобальных проблем через призму локальных действий помогает учащимся осознать себя частью единого человечества, от решений которого зависит общее будущее.

Перспективы развития образования в условиях изменений. Формирование адекватного ответа образования на глобальные вызовы требует стратегического взгляда в будущее, определения новых векторов развития и консолидации усилий всех заинтересованных сторон.

Перспективные направления и инновационные подходы смещаются от простой передачи знаний к развитию адаптивности, системного мышления и созидательных навыков. Акцент будет делаться на проектном обучении, моделировании реальных проблем и развитии эмоционального интеллекта для

сотрудничества в условиях неопределённости. Экосистемный подход, связывающий образовательную среду, науку, бизнес и местные сообщества, станет новой нормой.

Критически важна синергия ролей государства, образовательных учреждений и общества. Государство должно создавать нормативные и финансовые условия для внедрения актуальных программ. Образовательные учреждения становятся центрами инноваций, перестраивая содержание и методы преподавания. Гражданское общество и родительское сообщество выступают как заказчики и соучастники, формируя социальный запрос на образование, ориентированное на ценности и практику.

Цифровизация и глобализация создают двойственный эффект. Они несут вызовы (цифровое неравенство, информационный шум), но открывают огромные возможности: доступ к мировым знаниям и лучшим практикам, развитие глобальных учебных сообществ, моделирование сложных процессов через виртуальные среды. Ключевая задача — использовать технологии не для изоляции, а для углубления сотрудничества и понимания глобальной взаимосвязи проблем.

Заключение.

Проведённый анализ подтверждает настоятельную необходимость глубокой трансформации образовательных систем в ответ на климатические и социальные изменения. Образование больше не может оставаться в прежних рамках; оно должно стать ключевым инструментом адаптации, смягчения последствий кризисов и воспитания нового поколения.

Крайне важен системный и долговременный подход, интегрирующий ценности устойчивого развития, гражданской ответственности и глобальной солидарности на всех уровнях – от учебных программ до практик.

Формирование устойчивого будущего – общая задача. Это призыв к совместным усилиям педагогов, учёных, политиков, родителей и самих учащихся. Только через консолидацию и непрерывный диалог образование сможет выполнить свою историческую миссию: подготовить человечество к достойной жизни в условиях глобальных перемен.

Список литературы

1. Ван, Иньлэ. Роль цифровых технологий в трансформации педагогической теории и практики / Иньлэ Ван // Молодой ученый. – 2025. – № 26 (577). – С. 166-168. – URL: <https://moluch.ru/archive/577/127077>.
2. Воробьев, А. В. Образование в условиях глобальных вызовов: климатические изменения и социальные трансформации / А. В. Воробьев // Экологическая педагогика и образование в XXI веке. – М. : Наука, 2020.
3. Коваленко, Н. И. Цифровизация и её влияние на социальные структуры: новые вызовы и возможности / Н. И. Коваленко // Социология: теория, методы, маркетинг : сведения, относящиеся к заглавию / Российская академия наук. – URL: <http://www.sociologyjournal.ru/articles/2023/kovalenko>.
4. Кузьмина, Л. И. Методология исследований в условиях глобальных изменений / Л. И. Кузьмина // Вестник международных исследований : сведения, относящиеся к заглавию / Международный институт исследований. – URL: <http://www.internationalstudiesjournal.ru/articles/2023/kuzmina>.
5. Логинова, А. С. Внедрение цифровых технологий в образовательные процессы: теория и практика / А. С. Логинова, А. В. Одинокова, В. Е. Гаврилова // Вестник ВГУ. Серия: Право. – 2020. – № 4 (43). – С. 317-329.
6. Особенности Российской стратегии национальной системы образования в контексте тенденций устойчивого развития и сохранения природно-культурного наследия / З. В. Атаев, Г. Г. Недюрмагомедов, В. П. Разаханова, М. И. Гаджибеков // Состояние, проблемы и перспективы развития современного образования. – Петрозаводск : Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2022. – С. 392-418. – EDN PWVDAU.
7. Перфильева, П. А. Образование в условиях глобализации / П. А. Перфильева // Молодой ученый. – 2024 – № 32 (531). – С. 140-142. – URL: <https://moluch.ru/archive/531/117008>.
8. Петрова, А. А. Социальные изменения в условиях глобализации: миграционные процессы и их последствия / А. А. Петрова // Социологические исследования : сведения, относящиеся к заглавию / Российская академия наук. – URL: <http://www.socjournal.ru/articles/2023/petrova>.
9. Пронюшкина, Т. Г. Цифровые технологии в образовании / Т. Г. Пронюшкина, В. О. Лукич // Цифровая гуманитаристика и технологии

в образовании (DHTE 2024) : сб. статей V международной научно-практической конференции, 14-15 ноября 2024 г. / под ред. В. В. Рубцова, М. Г. Сороковой, Н. П. Радчиковой. – М. : Изд-во ФГБОУ ВО «МГППУ», 2024. – С. 157–171.

10. Соловьев, И. А. Алгоритмы и методы исследования в условиях глобальных изменений / И. А.Соловьев // Научные исследования в области экономики и социологии : сведения, относящиеся к заглавию / Российская академия наук. – URL: <http://www.scienceresearchjournal.ru/articles/2023/soloviev>.

11. Федоров, А. С. Изменение климата и его влияние на экономическое развитие стран / А. С. Федоров // Экономические и социальные изменения : сведения, относящиеся к заглавию / Российская академия наук. – URL: <http://www.ecosocjournal.ru/articles/2023/fedorov>.

References

1. Van, In`le`. Rol` cifrovyy`x texnologij v transformacii pedagogicheskoy teorii i praktiki / In`le` Van // Molodoj ucheny`j. – 2025. – № 26 (577). – P. 166-168. – URL: <https://moluch.ru/archive/577/127077>.

2. Vorob`yov, A. V. Obrazovanie v usloviyax global`ny`x vy`zovov: klimaticheskie izmeneniya i social`ny`e transformacii / A. V. Vorob`yov // E`kologicheskaya pedagogika i obrazovanie v XXI veke. – М. : Nauka, 2020.

3. Kovalenko, N. I. Cifrovizaciya i eyo vliyanie na social`ny`e struktury`: novy`e vy`zovy` i vozmozhnosti / N. I. Kovalenko // Sociologiya: teoriya, metody`, marketing : svedeniya, otnosyashhiesya k zaglaviyu / Rossijskaya akademiya nauk. – URL: <http://www.sociologyjournal.ru/articles/2023/kovalenko>.

4. Kuz`mina, L. I. Metodologiya issledovanij v usloviyax global`ny`x izmenenij / L. I. Kuz`mina // Vestnik mezhdunarodny`x issledovanij : svedeniya, otnosyashhiesya k zaglaviyu / Mezhdunarodny`j institut issledovanij. – URL: <http://www.internationalstudiesjournal.ru/articles/2023/kuzmina>.

5. Loginova, A. S. Vnedrenie cifrovyy`x texnologij v obrazovatel`ny`e processy`: teoriya i praktika / A. S. Loginova, A. V. Odinkova, V. E. Gavrilova // Vestnik VGU. Seriya: Pravo. – 2020. – № 4 (43). – P. 317-329.

6. Osobennosti Rossijskoj strategii nacional`noj sistemy` obrazovaniya v kontekste tendencij ustojchivogo razvitiya i soxraneniya prirodno-kul`turnogo naslediya / Z. V. Ataev, G. G. Nedyurmagomedov, V. P. Razaxanova, M. I. Gadzhibekov // Sostoyanie, problemy` i perspektivy` razvitiya sovremennogo

obrazovaniya. – Petrozavodsk : Mezhdunarodny`j centr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka» (IP Ivanovskaya I.I.), 2022. – P. 392-418. – EDN PWVDAU.

7. Perfil`eva, P. A. Obrazovanie v usloviyax globalizacii / P. A. Perfil`eva // Molodoj ucheny`j. – 2024 – № 32 (531). – P. 140-142. – URL: <https://moluch.ru/archive/531/117008>.

8. Petrova, A. A. Social`ny`e izmeneniya v usloviyax globalizacii: migracionny`e processy` i ix posledstviya / A. A. Petrova // Sociologicheskie issledovaniya : svedeniya, otnosyashhiesya k zaglaviyu / Rossijskaya akademiya nauk. – URL: <http://www.socjournal.ru/articles/2023/petrova>.

9. Pronyushkina, T. G. Cifrovyye texnologii v obrazovanii / T. G. Pronyushkina, V. O. Lukich // Cifrovaya gumanitaristika i texnologii v obrazovanii (DHTE 2024). Sb. statej V mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, 14-15 noyabrya 2024 g. / Pod red. V. V. Rubczova, M.G. Sorokovoj, N.P. Radchikovoj. – M. : Izdatel`stvo FGBOU VO «MGPPU», 2024. – P. 157–171.

10. Solov`ev, I. A. Algoritmy` i metody` issledovaniya v usloviyax global`ny`x izmenenij / I. A. Solov`ev // Nauchny`e issledovaniya v oblasti e`konomiki i sociologii : svedeniya, otnosyashhiesya k zaglaviyu / Rossijskaya akademiya nauk. – URL: <http://www.scienceresearchjournal.ru/articles/2023/soloviev>.

11. Fedorov, A. S. Izmenenie klimata i ego vliyanie na e`konomicheskoe razvitie stran / A. S. Fedorov // E`konomicheskie i social`ny`e izmeneniya : svedeniya, otnosyashhiesya k zaglaviyu / Rossijskaya akademiya nauk. – URL: <http://www.ecosocjournal.ru/articles/2023/fedorov>.

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭТИКИ ОТВЕТСТВЕННОГО ТУРИЗМА
В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА И ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Помазкова Е.Н., аспирант, ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
Россия, Воронеж

Карташова Н.П., к. с-х н. доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова»,
Россия, Воронеж

Аннотация. В данной статье приводятся исследования роли экологического образования в формировании этики ответственного туризма на примере г. Воронежа и Воронежской области. Предложена модель поэтапного формирования туристической этики через когнитивный, ценностный и поведенческий компоненты. Рассмотрены методы оценки эффективности образовательных программ. Показано, что экологическое образование способствует устойчивому развитию экотуризма и сохранению природного наследия региона.

Ключевые слова: экотуризм, ответственное поведение, экологическое образование, устойчивое развитие, Воронежская область.

**FORMATION OF ETHICS OF REFLECTED TOURISM
IN THE ENVIRONMENTAL EDUCATION SYSTEM
(ON THE EXAMPLE OF VORONEZH AND THE VORONEZH REGION)**

Pomazkova E.N., postgraduate student, Voronezh State University of Forestry
and Technologies named after G.F. Morozov, Russia, Voronezh

Kartashova N.P., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,
Russia, Voronezh

Abstract. The article explores the role of environmental education in shaping the ethics of responsible tourism using the example of the Voronezh Region. A model of step-by-step formation of tourism ethics through cognitive, value and behavioral components is proposed. The methods of evaluating the effectiveness of educational programs are considered. It is shown that environmental education contributes to the sustainable development of ecotourism and the preservation of the natural heritage of the region.

Keywords: ecotourism, responsible behavior, environmental education, sustainable development, Voronezh region.

Введение. Современные урбанизация и информационная нагрузка повышают интерес населения к природе, превращая природные территории не только в места отдыха, но и в площадки просвещения. Рост экотуризма отвечает потребности сочетания отдыха, образования и сохранения природных ресурсов, однако увеличение туристического потока усиливает антропогенное давление, что требует формирования этики ответственного туризма. Сейчас в России развитие экотуризма поддерживается государственными программами и грантами [10]. За последние годы фиксируется рост интереса к экологическому туризму – число увеличилось с 6,7 млн человек в 2020 году до 14 млн в 2023 году, в августе 2024 года уже составило 11,8 млн человек [4]. Прогнозы консалтинговых агентств указывают на сохранение темпов роста на уровне до 15% в год вплоть до 2030 года [4]. На основе анализа данных был составлен прогноз вовлечённости населения в экологическое образование и экотуризм показанный на рисунке 1.



Рисунок 1. Прогноз числа экотуристов в России до 2035 года

Согласно данным рисунка 1 спрос продолжит расти до 2025 года.

Воронежская область обладает значительным экотуристическим потенциалом, обусловленным сочетанием уникальных природных ландшафтов и объектов культурного наследия [2]. К ключевым объектам экотуризма относятся Воронежский биосферный заповедник, музей-заповедник «Дивногорье», Хопёрский заповедник, а также урочища Кривоборье, «Донская Сахара» и «Каменная степь». Эти территории отличаются высоким уровнем биоразнообразия и активно используются в экологическом просвещении населения. Так, например, в «Дивногорье» зафиксировано более 800 видов сосудистых растений, 52 которых занесены в Красную книгу, включая 8 видов федерального уровня охраны, что делает объект особенно ценным для экотуризма и образовательных программ. [3]. В таблице 1 можно наглядно увидеть данные по объектам.

Таблица 1 – Ключевые природные объекты Воронежской области: тип экотуризма и основные услуги

Объект	Тип экотуризма	Основные услуги и мероприятия	Примечания
Воронежский биосферный заповедник им. В. М. Пескова	Природный / образовательный	Экотропы, интерактивные музеи, аквариумы, экскурсии	Развитая инфраструктура, привлекающая посетителей
Музей-заповедник «Дивногорье»	Культурный / природный	Экскурсии, пешие маршруты, лекции	Активное использование для образовательных программ и культурного туризма.
Хопёрский заповедник	Природный / приключенческий	Пешие маршруты, наблюдение за птицами и млекопитающими, волонтерские акции	Посещение ограничено экскурсионными группами; популярный объект для наблюдения дикой природы.
Урочище «Кривоборье»	Природный / геологический	Пешие маршруты, фототуризм, наблюдение ландшафтов	Место включено в туристические маршруты Воронежской области.
Урочище «Донская Сахара» (дюнные всхолмления)	Природный	Экскурсии, пешие прогулки, фототуризм	Место включено в туристические маршруты Воронежской области.
«Каменная степь»	Природный / образовательный	Пешие маршруты, экологическое просвещение	Объект включён в перечень особо охраняемых природных территорий региона.

Возрастающая привлекательность таких объектов помогает в развитии интереса к экотуризму и одновременно создает проблему формирования этики туристического поведения [8, 9]. Формирование этики ответственного туризма происходит поэтапно и реализуется через развитие когнитивного, ценностного и поведенческого компонентов. Таблица 2 иллюстрирует, каким образом экологическое образование в Воронежской области реализует эти компоненты, а также ожидаемые результаты на каждом этапе.

Таблица 2 – Формирование этики ответственного туризма в системе экологического образования

Этап / компонент	Содержание	Формы реализации (на примере Воронежской области)	Результат
Когнитивный	Формирование экологических знаний о функционировании экосистем и последствиях антропогенного воздействия	Экскурсионные программы, музейные экспозиции, информационные стенды на экотропах	Осознанность
Ценностный	Формирование отношения к природе как самостоятельной ценности, развитие экологической ответственности и эмпатии	Интерактивные занятия, дискуссии, просветительские и волонтерские проекты	Мотивация к ответственному поведению
Поведенческий	Закрепление практик ответственного туристического поведения	Соблюдение правил посещения, участие в природоохранных и волонтерских инициативах	Устойчивые модели поведения

В качестве следующего этапа исследования разработана концептуальная модель формирования этики ответственного туризма в системе экологического образования (табл. 3). Фундаментом данной модели является образовательный процесс, эффективность которого обеспечивается за счет интеграции усилий учебных заведений, субъектов экотуризма и органов регионального управления.

Реализация описанных этапов обеспечивает последовательное формирование и закрепление принципов ответственного отношения к окружающей среде в процессе туристической деятельности.

Таблица 3 – Модель формирования этики ответственного туризма через экологическое образование (на примере Воронежской области)

Этап	Содержание	Инструменты	Результат
Входные условия	Рост турпотока, развитие инфраструктуры	Статистика, инвестиции в инфраструктуру, господдержка туризма	Создание условий для взаимодействия туристов с природой
Институциональная среда	Образовательные и природоохранные организации	Вузы, школы, заповедники	Организация системы обучения и различных мероприятий
Экологическое образование	Системное формирование знаний	Экскурсии, проекты, интерактивные экспозиции	Осознанность и мотивация к ответственному поведению
Когнитивный	Экологические знания	Информационные стенды, лекции, экскурсии	Осознанность туриста и понимание последствий своей деятельности
Ценностный	Формирование ценностей и ответственности за природу	Дискуссии, интерактивные занятия	Мотивация к бережному отношению к природе
Поведенческий	Практические навыки	Соблюдение правил посещения, участие в просветительских инициативах	Снижение антропогенной нагрузки
Результаты	Системное и устойчивое воздействие на туристов	Интеграция практик в различные сферы жизни	Повышение экологической культуры, сохранение природного потенциала, устойчивое развитие экотуризма

Для методологического обоснования работы важно оценивать эффективность внедрения экологического образования. В таблице 4 представлены основные методы оценки, которые позволяют количественно и качественно измерять результаты формирования этики туристов в регионе.

Таблица 4 – Методы оценки эффективности формирования этики туристов

Метод	Реализация	Пример (Воронежская область)
Анкетирование	Опрос туристов до и после мероприятий	Измерение уровня экологической осознанности и мотивации
Тестирование знаний	Проверка знаний до/после образовательной программы	Усвоение правил посещения охранных зон и экологической информации
Наблюдение	Системное наблюдение за поведением туристов	Соблюдение правил на маршрутах, участие в волонтерских акциях
Интервью / фокус-группы	Глубокие беседы с туристами и сотрудниками объектов	Выявление ценностных изменений и мотивации
Индекс экологической ответственности	Комплексная оценка знаний, ценностей и поведения	Сравнение эффективности образовательных программ в заповедниках

Применение данных методов обеспечивает комплексный анализ процесса воспитания этических норм у туристов, что позволяет оперативно оптимизировать содержание соответствующих образовательных и рекреационных программ.

Заключение.

Таким образом экологическое образование выступает ключевым механизмом интеграции знаний, ценностей и практических навыков. Поэтапное формирование этики туристов через когнитивный, ценностный и поведенческий компоненты способствует сохранению природного наследия и устойчивому развитию экотуризма в регионе. Применение комплексных методов оценки эффективности образовательных программ усиливает методологическую ценность исследования и позволяет корректировать туристические и образовательные практики.

Список литературы

1. Арсеньева, Е. И. Экологический туризм: содержание и границы понятия / Е. И. Арсеньева, А. С. Кусков, Л. К. Жданова // Туризм и устойчивое развитие регионов : сб. науч. ст. – Тверь, 2005. – С. 51–58.
2. Блаженков, В. А. Оценка туристической привлекательности Воронежской области на основе анализа интернет-сайтов / В. А. Блаженков // Рекреация и туризм в регионе: современные проблемы развития,

территориальной организации и управления : материалы междунар. науч.-практ. конф. (Воронеж, 20–21 окт. 2010 г.) – Воронеж, 2010. – С. 115–118.

3. Флора Дивногорья / В. А. Агафонов, Б. К. Ганнибал, Е. С. Казьмина, М. В. Чернобылова, Т. Н. Чернышова, И. Н. Шилова, А. М. Муковина. – Воронеж : Строки, 2023. – 171 с. – С. 90-93.

4. Аналитический центр ВЦИОМ. Заповедные маршруты русских туристов. – URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/zapovednye-marshruty-russkikh-turistov> (Дата обращения: 20.01.2026)

5. СберПро. Экотуризм в России: как развивается рынок и в чём его особенности. – URL: <https://sber.pro/publication/ekoturizm-v-rossii-kak-razvivaetsya-rinok-i-v-chyom-ego-osobennosti/> (Дата обращения: 20.01.2026)

6. Захарова, Е.Ю., Кондратьева, С.К. Архитектурные и археологические памятники Дивногорья (история изучения) / Е. Ю. Захарова, С. К. Кондратьева // Труды музея-заповедника «Дивногорье». – Вып. 2. – Воронеж: Кварта, 2011. – 216 с.

7. Более 90 тысяч туристов посетили Воронежский заповедник. – URL: <https://zapovednik-vrn.ru/press-center/news/bolee-90-tysyach-turistov-posetili-voronezhskij-zapovednik-v> (дата обращения: 20.01.2026).

8. Экотуризм как форма экологического образования / Г. Шамуратова, А. Нагашбаева, А. Алпысбаева, У. Кунназаров // Экономика и социум. – 2018. – № 6 (49). – URL: <https://sciup.org/140239193>.

9. Национальные проекты России. Туризм и гостеприимство. – URL: <https://xn--b1afab9anqfdg9c.xn--p1ai/news/voronezhskaya-oblast-zanyala-vosmoe-mesto-v-turisticheskom-rejtinge-regionov> (дата обращения: 20.01.2026).

10. Гранты на развитие туризма / Уральский банк реконструкции и развития. – URL: <https://www.ubrr.ru/dlya-biznesa/podderzhka-biznesa/spravochnik-predprinimatelya/granty-na-razvitie-turizma> (дата обращения: 20.01.2026).

References

1. Arsen`eva, E. I. E`kologicheskij turizm: sodержanie i granicy ponyatiya / E. I. Arsen`eva, A. S. Kuskov, L. K. Zhdanova // Turizm i ustojchivoe razvitie regionov: Sb. nauch. st. – Tver`, 2005. – P. 51–58.

2. Blazhenov, V. A. Ocenka turisticheskoy privlekatel`nosti Voronezhskoj oblasti na osnove analiza internet-sajtov / V. A. Blazhenov // Rekreatiya i turizm v regione: sovremennyy`e problemy` razvitiya, territorial`noj organizacii i upravleniya :

materialy` mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Voronezh, 20–21 okt. 2010 g.) – Voronezh, 2010. – P. 115–118.

3. Flora Divnogor`ya / V. A. Agafonov, B. K. Gannibal, E. S. Kaz`mina, M. V. Chernoby`lova, T. N. Cherny`shova, I. N. Shilova, A. M. Mukovina. – Voronezh : Stroki, 2023. – 171 P. – Pp. 90-93.

4. Analiticheskij centr VCIOM. Zapovedny`e marshruty` russkix turistov. – URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/zapovednye-marshruty-russkikh-turistov> (data obrashheniya: 20.01.2026).

5. SberPro. E`koturizm v Rossii: kak razvivaetsya ry`nok i v chyom ego osobennosti. – URL: <https://sber.pro/publication/ekoturizm-v-rossii-kak-razvivaetsya-rinok-i-v-chyom-ego-osobennosti/> (data obrashheniya: 20.01.2026).

6. Zaxarova, E. Yu. Arxitekturny`e i arxeologicheskie pamyatniki Divnogor`ya (istoriya izucheniya) / E. Yu. Zaxarova, S. K. Kondrat`eva // Trudy` muzeya-zapovednika «Divnogor`e». – Vy`p. 2. – Voronezh : Kvarta, 2011. – 216 p.

7. Bolee 90 ty`syach turistov posetili Voronezhskij zapovednik. – URL: <https://zapovednik-vrn.ru/press-center/news/bolee-90-tysyach-turistov-posetili-voronezhskij-zapovednik-v> (data obrashheniya: 20.01.2026).

8. E`koturizm kak forma e`kologicheskogo obrazovaniya / G. Shamuratova, A. Nagashbaeva, A. Alpy`sbaeva, U. Kunnazarov // Economy and society. – 2018. – № 6 (49). – URL: <https://sciup.org/140239193>.

9. Nacional`ny`e proekty` Rossii. Turizm i gostepriimstvo. – URL: <https://xn--b1afab9anqfd9c.xn--p1ai/news/voronezhskaya-oblast-zanyala-vosmoe-mesto-v-turisticheskom-rejtinge-regionov> (data obrashheniya: 20.01.2026)

10. Granty` na razvitie turizma / Ural`skij bank rekonstrukcii i razvitiya. – URL: <https://www.ubrr.ru/dlya-biznesa/podderzhka-biznesa/spravochnik-predprinimatelja/granty-na-razvitie-turizma> (data obrashheniya: 20.01.2026).

ВЗГЛЯД, КОТОРЫЙ ОБЯЗЫВАЕТ: ЭТИКА ДИАЛОГА «Я-ТЫ» КАК ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Фесикова О. В., к.фил.н., доцент каф. социально- гуманитарных наук
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический
университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Бочаров Д. В., студент ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», Россия, Воронеж

Аннотация. В статье рассматривается проблемы отношения к биоразнообразию в современном экологическом дискурсе. Авторы статьи предлагают альтернативный подход, основанный на философской концепции современного философа Мартина Бубера, где живое существо воспринимается не как объект, а как равноправный Другой. Через личный опыт наблюдения за природой показывается, как такой диалог становится основой для подлинной, а не декларативной экологической этики. Рассмотрены ключевые аспекты перехода от утилитарной парадигмы («Я - Оно») к диалогической («Я - Ты»).

Ключевые слова: экологическая этика, биоразнообразие, диалог человека с природой, взгляд, образование, ответственность.

A LOOK THAT COMMITS: THE ETHICS OF THE «I-YOU» DIALOGUE AS A BASIS FOR BIODIVERSITY PRESERVATION

Fesikova O. V., PhD in Philosophy, Associate Professor, Department of Social Sciences and Humanities Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Bocharov D. V., Student Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Abstract. The article examines the problem of attitude towards biodiversity in the modern environmental discourse. The authors of the article propose an alternative approach based on the philosophical concept of "meeting" by the modern philosopher Martin Buber, where a living being is perceived not as an object, but as an equal Other. Through personal experience of observing nature, it is shown how such a dialogue becomes the basis for genuine, rather than declarative, environmental ethics. The key aspects of the transition from the utilitarian paradigm ("I-It") to the dialogical paradigm ("I-You") are considered.

Keywords: environmental ethics, biodiversity, human-nature dialogue, perspective, education, responsibility.

Нас учат описывать природу: классифицировать, измерять, оценивать её пользу. Это важный, но недостаточный язык. Философ – Мартин Бубер описывает мир как собрание объектов, с которыми мы состоим в односторонних отношениях пользователя и ресурса.

Мартин Бубер называл это отношение «Я-Оно». В нём дерево – это древесина, река – энергия, а животное – либо угроза, либо инструмент.

Существует принципиально иной способ существования в мире – «Я-Ты». Это отношение, в котором мы встречаем другое существо не как объект, а как целостность, как Другого, обращённого к нам.

Такую встречу сложно запланировать, но невозможно забыть. Для меня она произошла этой зимой на даче, в один из тех хрустальных дней, когда морозный воздух звенит от тишины.

Я шёл по тропе к реке, и внезапно из-под веток, обсыпанных снегом, вышла лиса. Она появилась не как тень, а совершенно явственно: рыжая шерсть на фоне белого снега, пушистый хвост с аккуратным белым кончиком.

Мы замерли одновременно, разделённые всего двадцатью метрами. Это длилось не более пяти секунд. Но в эти секунды не было ни страха, ни желания достать телефон. Было только чистое, обоюдное узнавание.

Её чёрные, умные глаза смотрели прямо на меня, и в этом взгляде не было ни просьбы, ни угрозы. Было присутствие. Она была полностью здесь, в окружающей нас зимней реальности, и я – вместе с ней.

Потом она развернулась с невероятной грацией и исчезла в той же еловой чаще.

Этот момент был буквальным воплощением «Я-Ты».

Лиса перестала быть «псовым, видом, возможным переносчиком бешенства». Животное стало Собеседником.

В взгляде лисы была целая вселенная инстинктов, опыта, зимних забот - недоступная мне, но, несомненно реальная. И самое главное – я ощутил себя в тот миг не наблюдателем, а участником.

Диалог состоялся без единого слова. Это было взаимное признание двух разных, но в этот миг соприкасающихся жизней в середине заснеженного леса.

Именно здесь, в этом мгновенном и абсолютном контакте, и рождается подлинное понимание ценности биоразнообразия.

В парадигме «Я-Оно» лиса имеет ценность: как элемент экосистемы, как регулятор численности грызунов, как объект для фотосъёмки. Её ценность условна и измерима. Но в парадигме «Я-Ты», в пространстве той зимней встречи, её ценность стала безусловной. Она была ценна просто потому, что была. Потому что её существование, её рыжая шерсть на фоне снега, её спокойный, оценивающий взгляд моего собственного бытия.

Уничтожить такое существо или среду его обитания, значит не просто нарушить баланс, а совершить акт экзистенциального вандализма, навсегда обеднив вселенную возможных отношений с природой.

Современное экологическое образование, к сожалению, слишком часто остаётся в плену парадигмы «Я-Оно». Мы изучаем цепочки питания, рассчитываем допустимые нормы изъятия, говорим об устойчивом использовании. Эти знания критически важны, но они не трогают главную пружину – не затрагивают личностный источник мотивации к сохранению.

Можно знать о роли хищников в экосистеме и при этом оставаться равнодушным. Но нельзя пережить встречу взглядов с живым, свободным существом в его мире и остаться прежним. Такая встреча переформатирует само восприятие: лес после неё – уже не «место произрастания древостоя», а дом Другого.

Описанная встреча демонстрирует, что подлинная экологическая этика рождается не в момент усвоения информации, а в момент смены онтологического статуса: когда «место» превращается в «Дом», а его обитатели - в «Соседей».

Это превращение и есть суть диалога «Я-Ты». Следовательно, главный вызов для образования – научить не просто знать о природе, но чувствовать себя частью её и чувствовать её частью себя.

Это возможно через фокусировку конкретного места.

Образовательный процесс должен создавать условия для длительного, повторяющегося контакта с одной и той же локальной экосистемой (участком леса, берегом реки, городским сквером).

Студенту предлагается не просто выполнить серию замеров, а также вести «дневник встреч».

Это инструмент глубокого погружения, требующий временного «отключения» от роли исследователя и перехода в состояние открытого восприятия.

Задача – не классифицировать, а почувствовать среду всеми органами чувств: как меняется температура воздуха в тени и на солнце, как пахнет влажная земля после дождя, как шуршат под ногами прошлогодние листья, создавая особый акустический фон.

Студент фиксирует не только то, что видит, но и то, что слышит, обоняет, осязает, и – что самое важное – как отзывается на это его собственное внутреннее состояние.

Возникает ли чувство покоя? Лёгкости? Причастности? Такая практика превращает абстрактное «изучение экосистемы» в натуральный опыт сопричастности ей.

Природа перестаёт быть схемой в учебнике и становится осязаемым, живым событием, а студент – не наблюдателем извне, а участником внутри процесса.

Так формируется не отстранённое знание, а знакомство и, как следствие, личная заинтересованность в благополучии этого места.

Защита биоразнообразия перестаёт быть абстракцией, становясь защитой своего, узнанного и прочувствованного, «участка общей Родины».

Таким образом, практическим императивом для образования становится принцип локализации и углубления.

Изучение глобальных проблем должно идти рука об руку с кропотливым, внимательным вглядыванием в жизнь своего ближайшего природного окружения. Именно там, на уровне личной территории, происходит та самая

«встреча», которая превращает теоретическую экологическую сознательность в живую этику сопричастности.

Встреча взглядов в зимнем лесу была мгновением истины, в котором исчезла иллюзия моего отдельного «Я».

Я стал частью картины, которую наблюдал. В этом – ключ: мы сохраняем не виды, а потенциальных собеседников.

Сохранение биоразнообразия есть, по сути, сохранение целостности того большего «Я», которое включает в себя и лису и растительность рядом, и морозный воздух.

Образование, достойное своего имени, должно помочь каждому пережить эту истину на собственном опыте. Не как красивую метафору, а как простое, физическое ощущение взаимосвязи. Тогда этика станет не сводом правил, а естественным способом бытия в мире - бытия не над ним и не рядом с ним, а внутри него, в непрерывном, ответственном диалоге.

Список литературы

1. Бубер, Мартин. Я и Ты / Мартин Бубер ; пер. с нем. ; послесл. П. С. Гуревича. – Москва : Высш. шк., 1993. – 173. – (Библиотека философа). – ISBN 5-06-002857-7.

2. Новиков, Ю. В. Экология, окружающая среда и человек : учеб. пособие для вузов, сред. шк. и колледжей / Ю. В. Новиков. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Гранд: Фаир-пресс, 2021. – 728 с. – Библиогр.: с. 722-727. – ISBN 5-8183-0895-2.

3. Маврищев, В. В. Экологическая этика и воспитание экологической культуры / В. В. Маврищев // Антропогенная трансформация ландшафтов : сборник научных статей / Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка. – Минск, 2024. – С. 87-89. – DOI 10.17223/17287080/96/8. EDN VKMFBC.

4. Шешницан, С. С. Экологическая культура учащихся и ее формирование на основе ценностей экологической этики / С. С. Шешницан, М. В. Капитальчук // Вестник Приднестровского университета. Серия: Медико-биологические и химические науки. – 2023. – № 2 (41). – С. 155-160. – DOI 15.172543/17397120/92/3. EDN WROUGP.

5. Дехтерева, Л. П. Экологическая ЭТИКА как СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ экологического правосознания и правовой культуры / Л. П. Дехтерева // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2023. – № 2. – С. 108. – DOI 22.23453/15797120/96/9. EDN NHQMTN.

6. Сагатчук, С. П. От "экологии природы" до "экологии души": философский анализ проблемы современности / С. П. Сагатчук // Техносферная безопасность. Современные реалии : сборник материалов региональной научно-практической конференции, Махачкала, 21 ноября 2018 года / под редакцией Н. Х. Месробян. – Махачкала : Дагестанский государственный технический университет, 2022. – С. 94-103. – DOI 31.12453/15797120/76/5. EDN YQAKCD.

7. Басюк, А. А. Влияние экологии культуры на экологию природы / А. А. Басюк // VII Всероссийская культурологическая конференция "Лихачёвские чтения" : сборник материалов конференции, Казань, 07–08 декабря 2021 года. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2021. – С. 16-18. – DOI 62.34553/13247120/91/2. EDN TWAQXV.

References

1. Buber, Martin. Ya i Ty` / Martin Buber ; per. s nem. ; poslesl. P. S. Gurevicha. – Moskva : Vy`ssh. shk., 1993. – 173. – (Biblioteka filosofa). – ISBN 5-06-002857-7.

2. Novikov, Yu. V. E`kologiya, okruzhayushhaya sreda i chelovek : ucheb. posobie dlya vuzov, sred. shk. i kolledzhej / Yu. V. Novikov. – 3-e izd., ispr. i dop. – M. : Grand: Fair-press, 2021. – 728 p. – Bibliogr.: p. 722-727. – ISBN 5-8183-0895-2.

3. Mavrishhev, V. V. E`kologicheskaya e`tika i vospitanie e`kologicheskoy kul`tury` / V. V. Mavrishhev // Antropogennaya transformaciya landshaftov : Sbornik nauchny`x statej / Belorusskij gosudarstvenny`j pedagogicheskij universitet imeni Maksima Tanka. – Minsk, 2024. – P. 87-89. – DOI 10.17223/17287080/96/8. EDN VKMFBC.

4. Sheshniczan, S. S. E`kologicheskaya kul`tura uchashhixsya i ee formirovanie na osnove cennostej e`kologicheskoy e`tiki / S. S. Sheshniczan, M. V. Kapital`chuk // Vestnik Pridnestrovskogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie i ximicheskie nauki. – 2023. – № 2 (41). – P. 155-160. – DOI 15.172543/17397120/92/3. EDN WROUGP.

5. Dextereva, L. P. E`kologicheskaya E`TIKA kak SOSTAVNAYa ChASTb e`kologicheskogo pravosoznaniya i pravovoj kul`tury` / L. P. Dextereva // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa - Lesnoj vestnik. – 2023. – № 2. – P. 108. – DOI 22.23453/15797120/96/9. EDN NHQMTH.

6. Sagatchuk, S. P. Ot e`kologii prirody` do e`kologii dushi: filosofskij analiz problemy` sovremennosti / S. P. Sagatchuk // Texnosfernaya bezopasnost`. Sovremennyye realii: Sbornik materialov regional`noj nauchno-prakticheskoy konferencii, Maxachkala, 21 noyabrya 2018 goda / pod redakciej N. X. Mesrobyan. – Maxachkala : Dagestanskij gosudarstvenny`j texnicheskij universitet, 2022. – P. 94-103. – DOI 31.12453/15797120/76/5. EDN YQAKCD.

7. Basyuk, A. A. Vliyanie e`kologii kul`tury` na e`kologiyu prirody` / A. A. Basyuk // VII Vserossijskaya kul`turologicheskaya konferenciya Lixachyovskie chteniya: sbornik materialov konferencii, Kazan`, 07–08 dekabrya 2021 goda. – Kazan`: Kazanskij nacional`ny`j issledovatel`skij texnologicheskij universitet, 2021. – P. 16-18. – DOI 62.34553/13247120/91/2. EDN TWAQXV.

Научное издание

СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ И АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
БИОРАЗНООБРАЗИЯ И УСТОЙЧИВОСТИ
РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

Материалы Международной научно-практической конференции

Воронеж, 26 февраля 2026 г.

Научный редактор д-р экон. наук, проф. С.С. Морковина

Ответственный редактор С.И. Дегтярева

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано к изданию 20.04.2026. Объем данных 78,5 Мб
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8