



## **ЛЕСОВОДСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИРОДНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ**

Материалы Международной молодежной научно-практической конференции

Воронеж, 21 февраля 2024 г.

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

ЛЕСОВОДСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОСТИ  
ПРИРОДНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

Материалы Международной молодежной научно-практической конференции

Воронеж, 21 февраля 2024 г.

Воронеж 2024

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»

FORESTRY-BIOLOGICAL FOUNDATIONS OF SUSTAINABILITY  
OF NATURAL AND ARTIFICIAL PHYTOCOENOSES

Materials of the International Youth Scientific and Practical Conference

Voronezh, February 21, 2024

Voronezh 2024

УДК 574/577

Б63

Редакционная коллегия:

доц. В.Т. Попова, доц. Ю.В. Чекменева, асс. И.А. Толбина

Научный редактор

д-р экон. наук, проф. С.С. Морковина

**Л50** Лесоводственно-биологические основы устойчивости природных и искусственных фитоценозов : материалы Международной молодежной научно-практической конференции, Воронеж, 21 февраля 2024 г. / отв. ред. Ю. В. Чекменева ; М-во науки и высшего образования РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ». – Воронеж, 2024. – 255 с. – URL: <https://vgltu.ru/nauka/konferencii/2024/mezhdunarodnaya-molodezhnaya-nauchno-prakticheskaya-konferenciya-lesovodstvenno-biologicheskije-osnovy-ustojchivosti-prirodnih-i/> – Текст : электронный.

ISBN 978-5-7994-1104-6

Материалы Международной молодежной научно-практической конференции «Лесоводственно-биологические основы устойчивости природных и искусственных фитоценозов» включают исследования молодых ученых. В ходе конференции обсуждались проблемы устойчивости естественных и искусственных растительных сообществ, негативного воздействия антропогенных факторов на природные экосистемы, проблемы защиты растений, аспекты адаптивных стратегий организмов, межвидовых отношений в биогеоценозах, виды территориальной охраны природы, устойчивого развития урбанизированных территорий, использования древесных, кустарниковых и травянистых видов в озеленении.

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

УДК 574/577

ISBN 978-5-7994-1104-6

© ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

**Секция 1. Растения в урбанизированной среде. Антропогенная трансформация и устойчивость растительных сообществ**

<i>Астанин С.С., Балбекова И.М., Свистова И.Д.</i> Параметры биоиндикации почвы для оценки городской нагрузки на разные типы рекреаций Воронежа	6
<i>Баранчиков П.А., Чеботарева С.П., Захарова О.В.</i> Влияние доменного шлама и конвертерного шлака на растения вики посевной в зависимости от кислотности среды	12
<i>Ведёхин С.С., Новиков В.А., Тихонова Е.Н.</i> Определение статистической значимости различий между образцами цветочной рассады, выращенной на различных типах почвенных субстратов, на примере петунии крупноцветковой «Дуве Блю» ( <i>Petunia grandiflora</i> «Duvet Blue»)»	20
<i>Гайворон А.Н., Толбина И.А.</i> Декоративные адвентивные виды деревьев и кустарников Крыма	24
<i>Дегтярева С.И., Дорофеева В.Д., Медведева А.И.</i> Анализ репродуктивного потенциала <i>Picea abies</i> (L.) Н. Karst. с учётом климатических условий Воронежской области	29
<i>Дегтярева С.И., Дорофеева В.Д., Чередник Е.С.</i> Видоспецифический рост <i>Abies</i> Mill. в искусственных фитоценозах г. Воронежа	35
<i>Дорофеева В.Д., Дегтярева С.И., Красникова М.О.</i> Интегральный метод оценки как критерий перспективности интродукции видов сем. <i>Rosaceae</i> Jus.	40
<i>Калошин В.П.</i> Пирамидальный дуб в озеленении г. Воронежа	46
<i>Попова В.Т., Попова А.А., Апарина Е.М., Кубрак Ю.Н.</i> Анализ древесно-кустарниковых растений в ландшафтах парка Айвазовского (Крым)	50
<i>Попова В.Т., Цепляев А.Н., Кислянских А.Ю.</i> Благоустройство и озеленение Нижнедевицкого Центрального парка (Воронежская область)	56
<i>Плотникова Е.В., Анохина Г.Б., Епринцев А.Т.</i> Влияние солевого стресса на каталитическую активность $\gamma$ -гидроксипутиратдегидрогеназы в листьях кукурузы <i>Zea mays</i> L.	62
<i>Степанова Д.С., Савченкова В.А.</i> Адаптационная способность некоторых древесных растений, произрастающих в условиях антропогенного воздействия	67
<i>Стребков М.Л., Попова В.Т.</i> Оценка состояния качества окружающей среды г. Воронежа методом биоиндикации	75
<i>Федорин Д.Н., Чуйкова В.О., Епринцев А.Т.</i> Количественные изменения содержания микроРНК MIR165A в листьях кукурузы при их облучении светом разной длины волны	82
<b>Секция 2. Интродукция и акклиматизация растений. Проблемы охраны растений. ООПТ</b>	
<i>Абрамова Е.Г., Вострикова А.С., Кирьянова С.В.</i> Антагонистическая активность микромицетов рода <i>Trichoderma</i> по отношению к грибковым возбудителям заболеваний сельскохозяйственных растений	89

<i>Вострикова А.С., Абрамова Е.Г., Гапьяк М.М.</i> Влияние биодеструктора стерни на основе <i>Trichoderma longibrachiatum</i> на фитопатогенные грибы и развитие сельскохозяйственных культур	96
<i>Кирик А.И., Парахневич Т.М., Попова В.Т.</i> Оценка сукцессионной динамики древесного яруса Воронежской нагорной дубравы с использованием экологических шкал	102
<i>Кулаков Е.Е.</i> Радиальный прирост лиственницы Каяндера ( <i>Larix cajanderi</i> ) в условиях интродукции Воронежской области	108
<i>Левин И.С.</i> Развитие псевдотсуги Мензиса ( <i>Pseudotsuga Menziesii</i> (Mirb.) Franco) на территории дендрария Хреновского лесного колледжа	113
<i>Левин С.В., Мизин Ю.А.</i> Об интродукции кедра сибирского в условиях Липецкой области	119
<i>Мельник П.Г., Чурюмов Д.Е., Нартов И.Д.</i> Рост и продуктивность смоленского экотипа лиственницы Сукачева в чистых и смешанных с обыкновенной сосной насаждениях в условиях Москворецко-Окской равнины	124
<i>Михайлова М.И., Чернышов М.П.</i> Памятник природы «Ступинское поле»: текущая сохранность 60-летних деревьев сосны обыкновенной в разных экотипах географических лесных культур	129
<i>Ржевский С.Г., Кондратьева А.М.</i> Разработка праймеров для идентификации паразитических грибов рода <i>Rhytisma</i>	135
<i>Сиволапов А.И., Благодарова Т.А., Сиволапов В.А.</i> Полувековой мониторинг состояния аутохтонных древостоев тополя в Хоперском заповеднике	142
<i>Цепляев А.Н., Попова В.Т., Рязанцева О.С.</i> Интродукция и перспективность применения некоторых видов Североамериканских древесных растений в условиях урбанофлоры г. Воронежа	147
<i>Чекменева Ю.В., Арефьева А.В.</i> Интродуцированные виды Средиземноморья в озеленении России	155
<i>Чекменева Ю.В., Кузнецова И.Е.</i> Древесные виды восточной Азии в озеленении Европейской части России на примере г. Воронежа	161
<b>Секция 3. Сохранение биоразнообразия в лесных и нелесных экосистемах</b>	
<i>Климчик Г.Я., Бельчина О.Г.</i> Разнообразие живого напочвенного покрова после проведения осветлений в сосняках брусничных	169
<i>Прохорова Н.Л., Матыцина Е.П.</i> К вопросу об оздоровительной роли лесов в период реабилитации после пандемии	175
<i>Тувышкина М.А.</i> Динамика площади отдельных категорий фонда малоценных насаждений Воронежской области	181
<i>Кириллова Е.Д., Турчанинова Е.В.</i> Краснокнижные виды птиц Воронежской области	185
<i>Толбина И.А., Зубарева Д.А., Молчанов В.В.</i> Рост и продуктивность культур сосны обыкновенной ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) в Хреновском бору	191

<i>Юрчук О.Д., Свистова И.Д.</i> Метод биотестирования почвы для оценки ризосферного эффекта природных и искусственных фитоценозов	195
<b>Секция 4. Растения в техногенной среде, фиторекультивация, агролесомелиорация</b>	
<i>Михина Е.А., Михин В.И., Коза В.А.</i> Агролесомелиорация в условиях Россошанского района Воронежской области	202
<b>Секция 5. Декоративное древоводство и питомниководство</b>	
<i>Бурганская Т.М., Бенц С.Э.</i> Специфика выращивания саженцев декоративных древесных растений в лесных питомниках Беларуси	208
<i>Зимарин М.С., Кочергина М.В.</i> Декоративная оценка лиственных кустарников	215
<i>Комарова О.В., Шпилова В.Ф.</i> Опыт пересадки крупномерных древесных и кустарниковых растений в питомнике ФГБУ «ВНИИЛГИСБиотех»	221
<i>Ноздрачева Р.Г., Еремеев А.Д.</i> Оценка сортов яблони по хозяйственно-полезным признакам и свойствам	227
<i>Ноздрачева Р.Г. Емельяненко Ф.В.</i> Особенности размножения абрикоса	235
<i>Ноздрачева Р.Г., Костенников Р.И.</i> Особенности размножения черешни на клоновых подвоях	242
<i>Цепляев А.Н., Попова А.А., Пальцева А.В.</i> Эффективность размножения различных сортов декоративных кустарников методом зеленого черенкования в условиях Воронежской области	249

## СЕКЦИЯ 1. РАСТЕНИЯ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ. АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ И УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

DOI: 10.58168/FBFSNAP2024\_6-11

УДК 579.6

### ПАРАМЕТРЫ БИОИНДИКАЦИИ ПОЧВЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГОРОДСКОЙ НАГРУЗКИ НА РАЗНЫЕ ТИПЫ РЕКРЕАЦИЙ ВОРОНЕЖА

С.С. Астанин, И.М. Балбекова, И.Д. Свистова

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет»,  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Изучены состав и структура комплексов мицелиальных микроорганизмов для оценки нарушений микробиома почвы рекреационных зон Центрального района г. Воронежа. В пригородных лесопарковых зонах сохраняются видовой состав микромицетов и актиномицетов, типичный для регионального фона, наблюдали перераспределение по степени доминирования. Наиболее нарушены микробные сообщества почвы рекреационных зон в центре города вблизи автомагистралей, перекрёстков и транспортных развязок, независимо от их природоохранного статуса. В ранге доминантов появляются токсигенные и аллергенные виды микромицетов, что представляет санитарно-гигиеническую опасность для городского населения. В наиболее загрязнённых почвах накапливаются ярко пигментированные секции актиномицетов. Выявлены индикаторные на городскую нагрузку виды, которые могут использоваться для микологического мониторинга рекреационных зон города.

**Ключевые слова:** биоиндикация почвы, городская нагрузка, актиномицеты, микромицеты, рекреационные зоны.

### SOIL BIOINDICATION PARAMETERS FOR ASSESSING THE URBAN LOAD ON DIFFERENT TYPES OF RECREATION IN VORONEZH

S.S. Astanin, I.M. Balbekova, I.D. Svistova

*Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia*

**Abstract.** The composition and structure of complexes of mycelial microorganisms have been studied to assess violations of the soil microbiota in recreational areas of the Central district of Voronezh. The species composition of micromycetes and actinomycetes typical of the regional background is preserved in suburban forest park areas, and redistribution by degree of dominance was observed. The most disturbed microbial communities are the soils of recreational areas in the city center near highways, intersections and transport interchanges, regardless of their conservation status. Toxigenic and allergenic types of micromycetes appear in the rank of



dominants, which poses a sanitary and hygienic danger to the urban population. In the most polluted soils, brightly pigmented sections of actinomycetes accumulate. The types of indicators for urban load have been identified, which can be used for mycological monitoring of recreational areas of the city.

**Keywords:** soil bioindication, urban load, actinomycetes, micromycetes, recreational areas.

### **Введение**

На протяжении многих лет нами проводились исследования микробного сообщества почвы различных функциональных зон города Воронежа, на основании которых были предложены информативные показатели для проведения биомониторинга загрязнения почв в промышленных, транспортных и селитебных зонах. Наиболее удобными для микробиоиндикации почвы оказались мицелиальные микроорганизмы (микробицеты или плесневые грибы и актиномицеты – ветвящиеся бактерии) [6, 7, 8, 12].

Обычно в качестве фоновых почв в биоиндикационных исследованиях в городах используют почвы рекреаций как испытывающих минимальную антропогенную нагрузку. Ряд городских рекреаций в Воронеже имеют статус ООПТ («памятники природы» городского или регионального значения), кроме того, есть много старых и новых парков и скверов без природоохранного статуса. Однако многие рекреации расположены в центре города, вблизи оживлённых транспортных развязок и перекрёстков. Как известно, именно в условиях городских «пробок» двигатели автотранспорта работают в режиме «форсажа», продукты неполного сгорания топлива, содержащие токсичные поллютанты, оседают на почву.

**Цель исследования** – сравнительное изучение микробного сообщества разных категорий рекреаций города Центрального района города Воронежа и выбор параметров биоиндикации для оценки городской нагрузки на почвы рекреаций.

**Материалы и методы исследования.** Образцы почвы отбирали из слоя почвы 0–20 см в проекции кроны деревьев (типичная зональная растительность, преобладают берёза, клён, липа, тополь). Всего проанализировано 15 смешанных образцов почвы, отобранных в середине вегетационного сезона (июнь 2023 г.).

Варианты опыта: контроль – Воронежский биосферный заповедник; слабо нарушенные пригородные лесопарковые рекреационные зоны – Воронежская нагорная дубрава, санаторий им. М. Горького, окрестности ВГЛТУ, ВГАУ; рекреации со статусом ООПТ – дендропарк им. К.Д. Глинки, агробиостанция ВГПУ, Центральный городской парк, Кольцовский сквер; рекреации без природоохранного статуса - сквер у Дома офицеров, Первомайский сад, сквер по ул. Дзержинского, сквер «Надежда», Петровский сквер. Городские рекреации отличались также по месторасположению и удалённости от транспортных зон [1].

Почвы заповедника и пригородной лесной зоны – серые и темно-серые лесные, в черте города – техногенно-преобразованные почвы с нарушенными горизонтами или урбаноземы.

Учет численности микроорганизмов проводили методом посева на питательные среды (актиномицеты на крахмало-аммиачном агаре, микробицеты – на среде Чапека) [10, 12]. Видов состав микробицетов определяли с помощью классических определителей для разных классов грибов, секционный состав актиномицетов – по Гаузе [3]. Структуру

комплексов оценивали по критерию частоты встречаемости и плотности вида [6]. Выделяли доминантные, часто встречающиеся и редкие виды. Токсигенные свойства видов описывали по работам [2, 5, 11, 13], аллергенные свойства – по работам [4, 5, 9, 13].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Все виды, как грибов, так и актиномицетов, мы разделили на три группы по их реакции на городскую нагрузку. Чувствительными считали виды, ранг доминирования которых снижался в почвах городских рекреаций, устойчивыми считали виды, ранг которых не менялся в городе по сравнению с контролем, индикаторными на городскую нагрузку считали виды, ранг которых возрастал в почве городских рекреаций.

В табл. 1 представлены результаты исследования по комплексу почвенных микромицетов. Для того, чтобы понять, почему типичные почвенные грибы проявили разную устойчивость к городской нагрузке, важно оценить эколого-биологические характеристики видов.

В группу чувствительных видов входили характерные для целинной почвы лесостепной зоны вида рода *Penicillium* и *Cephalosporium*, которые, как показано другими авторами, исчезают при разнообразных видах антропогенной нагрузки [6]. Кроме того, грибы родов *Mucor*, *Rhizopus*, *Chaetomium* активно минерализуют растительный опад, а виды рода *Fusarium* являются факультативными фитопатогенами и зимуют на растительных остатках в почве, очевидно, снижение ранга таких видов связано с регулярным удалением растительного опада на территории рекреаций в центре города.

Обращает на себя внимание тот факт, что большинство устойчивых и индикаторных видов почвенных микромицетов способны синтезировать микотоксины, большинство – токсины широкого спектра действия.

Таблица 1. Группы микромицетов по реакции на городскую нагрузку

Группы	Виды микромицетов	Свойства видов	
		токсигенные	аллергенные
Чувствительные	<i>Mucor ramosissimus</i>	-	-
	<i>Rhizopus stolonifer</i>	-	-
	<i>Chaetomium piluliferum</i>	+	-
	<i>Cephalosporium acremonium</i>	-	-
	<i>Penicillium simplicissimus</i>	-	-
	<i>P. tardum</i>	-	-
	<i>P. lilacinum</i>	-	-
	<i>Rhizopus grisea</i>	+	-
	<i>Fusarium solani</i>	-	-
Устойчивые	<i>P. canescens</i>	+	+
	<i>Aspergillus wentii</i>	+	+
	<i>A. niger</i>	+	+
	<i>Trichoderma harzianum</i>	+	+
	<i>T. koningii</i>	+	+
Индикаторные	<i>P. daleae</i>	-	+
	<i>P. notatum</i>	+	+
	<i>P. rubrum</i>	+	+
	<i>P. versicolor</i>	+	+
	<i>P. velutinum</i>	+	+
	<i>P. viridicatum</i>	+	+
	<i>A. fumigatus</i>	+	+

Вероятно, эта способность обеспечивает таким видам выигрыш в конкурентной борьбе с другими видами грибов в загрязненной, нарушенной и обедненной почве городских рекреаций [2].

Кроме того, многие виды микромицетов, накапливающиеся в городской почве, проявляют аллергенное действие [5, 9, 13], что представляет определённую опасность для городского населения с пониженным иммунным статусом. Поднимаясь вместе с частицами почвы в воздух, споры этих грибов могут вызывать аллергические реакции у людей.

В табл. 2 представлены результаты исследования комплекса актиномицетов почвы рекреационных зон.

Таблица 2. Группы актиномицетов по реакции на городскую нагрузку

Группы	Виды актиномицетов	Окраска воздушного мицелия
Чувствительные	<i>Streptomyces albus albus</i> <i>Str. albus albocoloratus</i> <i>Micromonospora</i>	белый белый серый
Устойчивые	<i>Str. azureus</i> <i>Str. cinereus chromogenes</i> <i>Str. cinereus achromogenes</i> <i>Str. cinereus chrysomallus</i> <i>Str. cinereus violaceus</i> <i>Nocardia</i>	голубой серый серый зеленый фиолетовый коричневый
Индикаторные	<i>Str. roseus ruber</i> <i>Str. roseus fuscus</i>	красный коричневый

Во всех почвенных пробах преобладали стрептомицеты, другие роды были минорными. Чувствительными к городской нагрузке были род *Micromonospora* и представители секции *albus* рода *Streptomyces*.

Выявлены устойчивые и индикаторные группы актиномицетов: не снижал ранга род *Nocardia*, представители секции *cinereus* и *azureus* из стрептомицетов, появлялись нетипичные в почве контроля и пригородных лесопарков стрептомицеты секции *roseus*.

Преобладание ярко окрашенных колоний актиномицетов в почвах городских рекреаций, расположенных вблизи транспортных развязок, может отражать их устойчивость к загрязнению: считают, что нафтохиноновые и каротиноидные пигменты способствуют разрушению перекисей, накапливающихся в клетках в стрессовых условиях, например, в присутствии тяжёлых металлов [3, 13].

### Заключение

В результате биоиндикации почвы разных категорий рекреаций Воронежа нами установлено, что комплексы мицелиальных микроорганизмов могут использоваться как информационные параметры для оценки степени городской нагрузки. Почвы пригородных лесопарковых зон сохраняли видовой состав, близкий к региональному фону, наблюдали некоторое перераспределение видов по степени доминирования. Наиболее нарушены микробные сообщества почвы рекреационных зон в центре города, независимо от их природоохранного статуса. В ранге доминантов появляются токсигенные и аллергенные виды микромицетов и ярко пигментированные секции актиномицетов. Выявлены индикаторные на городскую нагрузку виды, которые могут использоваться для микологического мониторинга.

### Список литературы

1. Астанин, С.С. Состав и структура комплекса микромицетов почвы различных типов рекреаций Воронежа / С. С. Астанин, Н. Н. Назаренко, И. Д. Свистова // Научные чтения памяти профессора Б.М. Козо-Полянского - 2024 (LXVI): Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Воронеж, 23-24 января 2024 года. – Воронеж: ООО "Издательство "Научная книга", 2024. С. 10-15.
2. Билай, В.И. Определитель токсинообразующих микромицетов / В.И. Билай, З.А. Курбацкая. – Киев: Наукова думка, 1990. 233 с.
3. Гаузе, Г.Ф. Определитель актиномицетов / Г.Ф. Гаузе, Т.П. Преображенская, М.А. Свешникова. – Москва: Наука, 1983. 247 с.
4. Звягинцев, Д.Г. Почвенные микроорганизмы и здоровье человека / Д.Г. Звягинцев // Перспективы развития почвенной биологии. – Москва: МАКС Пресс, 2001. С. 163-170.
5. Кашкин, П.Н. Определитель патогенных, токсигенных и вредных для человека грибов / П.Н. Кашкин – Москва: Медицина, 1979. 137 с.
6. Мирчинк, Т.Г. Почвенная микология / Т.Г. Мирчинк. – Москва: МГУ, 1988. 220 с.
7. Назаренко, Н.Н. Роль микромицетов в формировании агрессивной среды города (на примере почвы различных функциональных зон Воронежа) / Н.Н. Назаренко, И.Д. Свистова // Проблемы медицинской микологии. 2016. Т. 18. № 1. С. 32-35.
8. Назаренко, Н.Н. Актиномицеты как биоиндикационный показатель автотранспортного загрязнения почвы / Н.Н. Назаренко, И.Д. Свистова, И.И. Корецкая // Утилизация отходов производства и потребления: инновационные подходы и технологии : материалы II Всероссийской научно-практической конференции. – Киров: ВятГУ, 2020. С. 139-144.
9. Свистова, И.Д. Санитарно опасные мицелиальные микроорганизмы в почвах Воронежа / И.Д. Свистова, Н.Н. Назаренко, И.И. Корецкая // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95. № 3. С. 247-250.
10. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – Москва: Дрофа, 2004. 216 с.
11. Тутельян, В.А. Микотоксины (медицинские и биологические аспекты) / В.А. Тутельян, Л.В. Кравченко. – Москва: Медицина, 1985. 320 с.
12. Терехова, В.А. Микромицеты в экологической оценке водных объектов и наземных экосистем / В.А. Терехова. – Москва: Наука, 2007. 215 с.
13. Хабирова, С.Р. Методы исследования почвенных микромицетов при оценке биологических эффектов загрязнения среды / С.Р. Хабирова, Э.А. Шуралев, М.Н. Мукминов. – Казань: Казанский университет, 2022. 128 с.

## References

1. Astanin, S.S. Composition and structure of the complex of soil micromycetes of different types of recreation in Voronezh / S.S. Astanin, N.N. Nazarenko, I.D. Svistova // Scientific Readings in memory of Professor B.M. Kozo-Polyansky - 2024 (LXVI): Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Voronezh, 23-24 January 2024. - Voronezh: LLC "Publishing House "Scientific Book", 2024. C. 10-15.
2. Bilay, V.I. Determinator of toxin-forming micro-mycetes / V.I. Bilay, Z.A. Kurbatskaya. - Kiev: Naukova Dumka, 1990. 233 c.
3. Gauze, G.F. Determinator of actinomycetes / G.F. Gauze, T.P. Preobrazhenskaya, M.A. Sveshnikova. - Moscow: Nauka, 1983. 247 c.
4. Zvyagintsev, D.G. Soil microorganisms and human health / D.G. Zvyagintsev // Prospects of soil biology development. - Moscow: MAKS Press, 2001. C. 163-170.
5. Kashkin, P.N. Determinator of pathogenic, toxigenic and harmful for human fungi / P.N. Kashkin - Moscow: Medicine, 1979. 137 c.
6. Mirchink, T.G. Soil mycology / T.G. Mirchink. - Moscow: Moscow State University, 1988. 220 c.
7. Nazarenko, N.N. The role of micromycetes in the formation of aggressive environment of the city (on the example of soil of different functional zones of Voronezh) / N.N. Nazarenko, I.D. Svistova // Problems of medical mycology. 2016. T. 18. № 1. C. 32-35.
8. Nazarenko, N.N. Actinomycetes as a bioindication indicator of motor transport pollution of soil / N.N. Nazarenko, I.D. Svistova, I.I. Koretskaya // Production and consumption waste utilisation: innovative approaches and technologies : proceedings of the II All-Russian scientific and practical conference. - Kirov: VyatSU, 2020. C. 139-144.
9. Svistova, I.D. Sanitary dangerous mycelial microorganisms in the soils of Voronezh / I.D. Svistova, N.N. Nazarenko, I.I. Koretskaya // Hygiene and sanitation. 2016. T. 95. № 3. C. 247-250.
10. Tepper, E.Z. Practicum on microbiology / E.Z. Tepper, V.K. Shilnikova, G.I. Pereverzeva. - Moscow: Drofa, 2004. 216 c.
11. Tutelyan, V.A. Mycotoxins (medical and biological aspects) / V.A. Tutelyan, L.V. Kravchenko. - Moscow: Medicine, 1985. 320 c.
12. Terekhova, V.A. Micromycetes in ecological assessment of water bodies and terrestrial ecosystems / V.A. Terekhova. - Moscow: Nauka, 2007. 215 c.
13. Khabirova, S.R. Methods of research of soil micro-mycetes at estimation of biological effects of environment pollution / S.R. Khabirova, E.A. Shuralev, M.N. Mukminov. - Kazan: Kazan University, 2022. 128 c.

## **ВЛИЯНИЕ ДОМЕННОГО ШЛАМА И КОНВЕРТЕРНОГО ШЛАКА НА РАСТЕНИЯ ВИКИ ПОСЕВНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КИСЛОТНОСТИ СРЕДЫ**

П.А. Баранчиков, С.П. Чеботарева, О.В. Захарова

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»,  
г. Тамбов, Россия*

**Аннотация.** Использование отходов в качестве сырья для получения коммерчески перспективных продуктов позволяет решить целый комплекс экологических, экономических и социальных проблем, особенно в кризисный период. Основную долю неиспользуемых отходов составляют отходы металлургии, которые могут являться источником микроэлементов для растений. Шлаковые отходы в силу своего компонентного состава также могут выступать в качестве раскислителя почв. Целью работы является создание технологии применения осушенных доменных шламов самостоятельно или в комбинации с конвертерным шлаком в сельскохозяйственном производстве в качестве микроэлементного удобрения для повышения урожайности сельскохозяйственных растений; снижение объема размещаемых на полигонах металлургических отходов.

При помощи электронной микроскопии было установлено, что гранулы доменного шлака достигают размера 15 мкм, в то время как размер частиц конвертерного шлака лежит в пределах от 20 до 500 мкм. Анализ элементного состава образца шлака показал, что отход содержит в себе Ca, Fe, Mg, Si, Al, Mn. В состав доменного шлака входят Fe, Zn, Al, Ca, Si, Na. С помощью рентгеноструктурного анализа установлено, что преобладающим соединением в конвертерном шлаке является оксид кальция (53%). В состав доменного шлака входит преимущественно оксид железа.

По результатам исследования показана высокая толерантность вики посевной при концентрации шлака 0.1 г/кг в условиях закисленного грунта, прирост длины стебля увеличился на 17%, его сырая биомасса увеличилась на 30%. Прирост длины корня составил 48%. Наибольший прирост сухой массы стебля наблюдался при внесении шлака в концентрациях 0.01 г/кг (+71%) и 1 г/кг (+86%) в закисленном грунте на фоне добавления шлака. Также установлено накопление извлеченного из доменного шлака цинка в растительных тканях вики посевной.

Таким образом, исследуемые отходы металлургического производства могут использоваться в качестве минерального удобрения, так как имеют в своем составе микроэлементы, необходимые для минерального питания растений.

**Ключевые слова:** доменный шлак; вика посевная; конвертерный шлак; мелиоранты; раскисление почв.

## INFLUENCE OF BLAST FURNACE SLUDGE AND CONVERTER SLAG ON VETCH PLANTS DEPENDING ON THE ACIDITY OF THE ENVIRONMENT

P.A. Baranchikov, S.P. Chebotaryova, O.V. Zakharova

*Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia*

**Abstract.** The use of waste as raw material to obtain commercially promising products allows us to solve a whole range of environmental, economic and social problems, especially during a crisis. The main share of unused waste consists of metallurgical waste, which can be a source of microelements for plants. Slag waste, due to its component composition, can also act as a soil degrader. The goal of the work is to create a technology for using dried blast furnace sludge alone or in combination with converter slag in agricultural production as a microelement fertilizer to increase the productivity of agricultural plants; reducing the volume of metallurgical waste disposed of in landfills.

Using electron microscopy, it was found that blast furnace sludge granules reach a size of 15 microns, while the size of converter slag particles ranges from 20 to 500 microns. Analysis of the elemental composition of the slag sample showed that the waste contains Ca, Fe, Mg, Si, Al, Mn. The composition of blast furnace slurry includes Fe, Zn, Al, Ca, Si, Na. Using X-ray diffraction analysis, it was established that the predominant compound in the converter slag is calcium oxide (53%). The composition of blast furnace sludge mainly includes iron oxide.

The results of the study showed high tolerance of vetch at a sludge concentration of 0.1 g/kg in acidified soil conditions, the increase in stem length increased by 17%, and its wet biomass increased by 30%. The increase in root length was 48%. The greatest increase in the dry mass of the stem was observed when sludge was added at concentrations of 0.01 g/kg (+71%) and 1 g/kg (+86%) in acidified soil against the background of the addition of slag. The accumulation of zinc extracted from blast furnace sludge in plant tissues of vetch has also been established.

Thus, the studied waste from metallurgical production can be used as a mineral fertilizer, since it contains microelements necessary for the mineral nutrition of plants.

**Keywords:** blast furnace sludge; seed vetch; converter slag; ameliorant; soil deoxidation.

### **Введение**

На территориях, располагающихся около предприятий металлургической промышленности, размещается значительное количество полигонов хранения отходов металлургического производства, объем которых в Российской Федерации составляет около 2 млрд тонн [1]. Необходимость утилизации отходов металлургического производства заключается не только в снижении объемов их захоронения, но и в содержании в них опасных компонентов - тяжелых металлов. При несвоевременной утилизации таких отходов, содержащиеся в них тяжелые металлы, могут мигрировать на прилегающие территории и в подземные воды [2]. К отходам металлургического производства, содержащих тяжелые металлы, относятся, в частности, доменный шлак и

конвертерный шлак, которые в свою очередь, имеют в своем составе кремниевую кислоту ( $\text{SiO}_2$ ), Mn, Fe, Zn, Si и др., что делает перспективным использование данных отходов в растениеводстве в качестве источника микроэлементов, что может способствовать решению проблемы утилизации отходов металлургического производства. Сообщается, что шлак содержит большое количество извести ( $\text{CaO}$ ) и  $\text{MgO}$ , что делает его потенциальным агентом для известкования, способным увеличивать pH почвы, поэтому шлаковые отходы могут стать заменой традиционных известковых препаратов для мелиорации закисленных почв. Внедрение технологий применения шлаковых и шламовых отходов в сферу сельского хозяйства имеет большое значение, так как это позволит повысить не только урожайность сельскохозяйственных культур, но и улучшить качество посевов.

**Цель исследования** - изучение влияния доменного шлама, а также комбинации шлама и шлака в качестве агрохимиката для растениеводства в условиях лабораторного опыта по морфометрическим и биохимическим показателям вики посевной.

**Материал и методы исследования.** Морфологию и размер гранул отходов перед началом эксперимента определяли методом сканирующей электронной микроскопии. Оценка элементного состава осуществлялась с применением приставки для энергодисперсионного анализа. Рентгеноструктурные исследования проводились при комнатной температуре.

Для проведения эксперимента по оценке влияния доменного шлама и смеси шлама и шлака на растительную культуру были получены культивационные среды, содержащие различные концентрации отходов. В качестве основы для сред использовался предварительно простерилизованный песок. Обеззараживание проводили путем прокаливанию песка в сушильном шкафу. Стерильный песок помещали в контейнеры объемом 0.5 л и доводили кислотность водной вытяжки из песка до pH 6.5 – модельный нейтральный грунт и pH 4.5 – модельный закисленный грунт. Внесение отходов осуществляли путем равномерного распыления по поверхности грунта. Рабочие концентрации: шлам – 0.01; 0.1 и 1 г/кг; шлак – 0.8 г/кг в закисленном субстрате и 0.6 г/кг в нейтральном.

Опыт проводился в лабораторных условиях согласно ГОСТу ИСО 22030-2009. Для проведения исследований, в полученный модельный грунт высевали семена растительной культуры в количестве 30 шт. на контейнер. В качестве тест-объекта использовали вику посевную (сорт Льговская 22).

Измерения изучаемых показателей (всхожесть, длина стебля, сырая и сухая масса стебля, длина корня, сырая и сухая масса корня, интенсивность фотосинтеза) осуществляли в трех повторностях.

Для вычисления сухой биомассы стебли и корни растений помещали в бюксы и высушивали в течение 1 часа при 90 °C в сушильном шкафу. В ходе исследования также анализировался показатель максимального квантового выхода флуоресценции ( $F_v/F_m$ ), который можно использовать для оценки эффективности ФСП.

Дополнительно определяли содержание цинка в растительных тканях при помощи атомно-абсорбционного спектрометра по методике ГОСТа [3].



Статистическую обработку получаемых данных осуществляли путем вычисления среднего арифметического значения, стандартного отклонения и расчета критерия Фишера.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

#### ***Физико-химический анализ конверторного шлака и доменного шлака***

Установлено, что гранулы доменного шлака достигают размера 15 мкм, в то время как гранулы конверторного шлака намного крупнее: их размер лежит в пределах от 20 до 500 мкм.

Элементный анализ образца шлака (Таблица 1) показал, что отход содержит в себе следующие химические элементы: Ca, Fe, Mg, Si, Al, Mn. В состав доменного шлака входят: Fe, Zn, Al, Ca, Si, Na. Рентгеноструктурный анализ показал, что преобладающим соединением в конверторном шлаке является оксид кальция (53%). В состав доменного шлака входит преимущественно оксид железа.

Таблица 1. Элементный состав образцов шлака и шлама

Образец шлака		Образец шлама	
Элемент	Вес, %	Элемент	Вес, %
O	43.98	O	12.07
Mg	3.37	Na	0.42
Al	1.96	Al	0.74
Si	3.31	Si	0.61
Ca	38.77	Ca	0.71
Mn	1.92	Fe	84.42
Fe	6.69	Zn	1.03

#### ***Морфологические и биохимические показатели***

В условиях закисленного грунта, всхожесть семян вики увеличилась на 20% при минимальной концентрации шлака (Рис. 1 а). Повышение дозы отхода снижало стимулирующее действие, а при 1 г/кг наблюдалось подавление всхожести на 5% относительно контрольных значений.

Оценка влияния анализируемых металлургических отходов на всхожесть семян вики посевной в условиях нейтрального грунта показала, что шлак в целом оказал ингибирующее влияние на данный показатель (Рис. 1 б). Добавление шлака усиливало подавление всхожести, но в то же время в варианте с максимальной концентрацией шлака добавление шлака нивелировало негативное действие шлака и анализируемый показатель был на уровне контрольных значений.

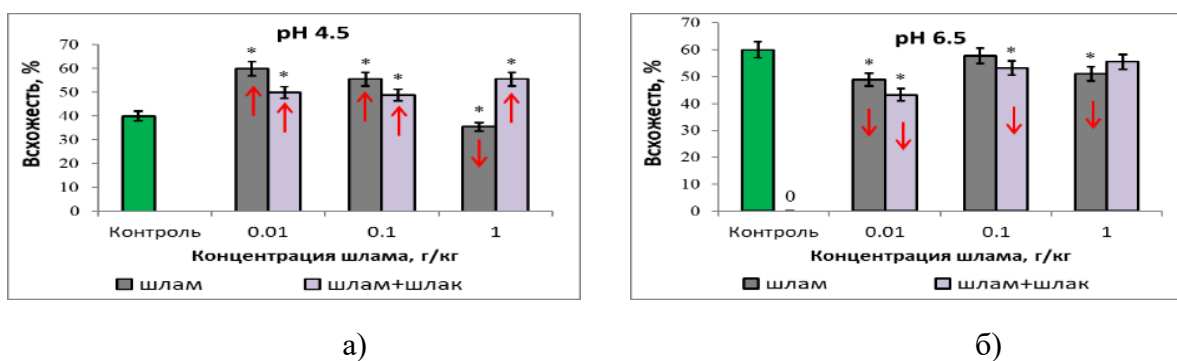


Рисунок 1. Всхожесть вики посевной: а) в закисленном грунте; б) в условиях нейтрального грунта (здесь и далее на графиках представлены: среднее арифметическое и среднеквадратичное отклонение, \* - обозначены варианты, в которых отмечено достоверное различие с контрольными значениями при  $p < 0,05$ )

Результаты оценки всхожести семян вики показывают разнонаправленное действие шлама в зависимости от кислотности грунта – в нейтральном субстрате всхожесть преимущественно подавлялась, в закисленном грунте наблюдался стимулирующий эффект.

В ходе оценки морфометрических параметров растений установлено, что анализируемый отход либо не оказывал влияния, либо стимулировал прирост стебля (рис. 2, а). Исключением стал вариант внесения шлама в максимальной концентрации в условиях нейтрального субстрата, где отмечено снижение показателя на 30 %. В целом можно отметить благоприятное влияние шлама в совокупности со шлаком в кислой среде.

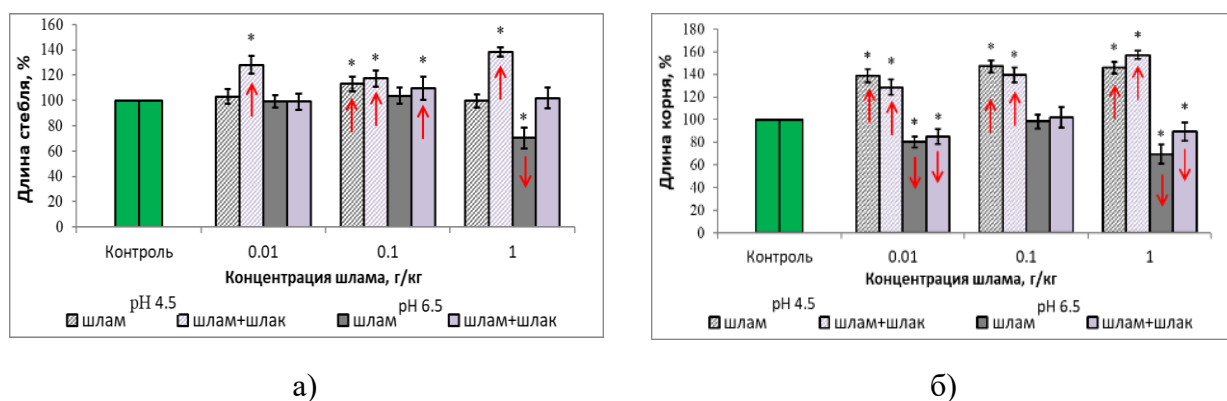


Рисунок 2. а) влияние шлама и шлама/шлака на рост стеблей вики; б) влияние шлама и шлама/шлака на рост корней вики

Развитие корневой системы стимулировалось во всех вариантах опыта в закисленном субстрате (Рис. 2 б). Наибольший прирост отмечен при максимальной дозе шлама – в чистом виде - +46%, с добавлением шлака - +57%. В нейтральном грунте отмечено снижение показателя при 0.01 и 1 г/кг шлама (- 10 – 30%), причем минимум зафиксирован в группах без добавления шлака.

На рисунке 3, а и б представлены результаты анализа массы стеблей растений вики. Как видно из диаграммы 3 а, в условиях закисленного грунта внесение шлама

благоприятно сказалось на приросте биомассы, масса стебля увеличивалась на 12-31% обратно пропорционально концентрации шлама. Добавление шлака негативно сказалось на анализируемом показателе – при 0.01 г/кг не было эффекта, т.е. значения были на уровне контроля, однако при 0.1 г/л шлама масса стебля уменьшилась на 26%. При 1 г/кг показатель отличался от контроля на 7% в сторону уменьшения.

В нейтральном субстрате (Рис 3 б) наблюдался обратный эффект– внесение шлама без шлака либо не оказало влияния на массу стеблей (0.01 и 1 г/кг), либо наблюдалось подавление на 13% при 0.1 г/кг. Внесение раскислителя стимулировало прирост биомассы при 0.01 и 0.1 г/кг шлама на 4 и 9%, соответственно.

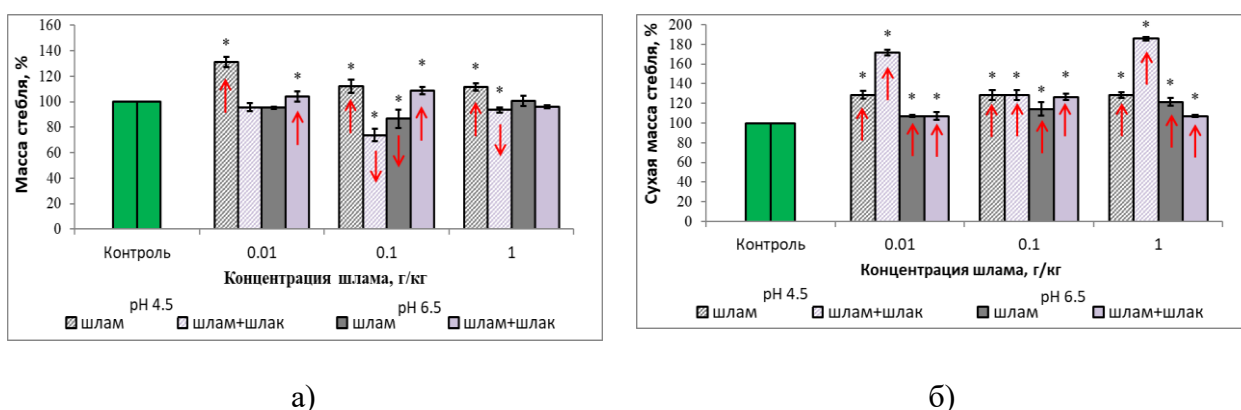


Рисунок 3. Масса стеблей вики посевной: а) сырая биомасса; б) сухая биомасса

Показанные эффекты можно связать с особенностями накопления влаги под действием металлургических отходов, т.к. после высушивания растений, масса стеблей при всех вариантах опыта была больше, чем в контрольном варианте.

В отличие от массы стеблей, сырая масса корней в целом увеличивалась под действием шлама, максимальный показатель (+82%) отмечен при 0.1 г/кг шлама в нейтральном субстрате на фоне шлама (Рис. 4 а). Сухая масса корней экспериментальных растений также была больше массы корней растений контрольной группы (Рис. 4 б).

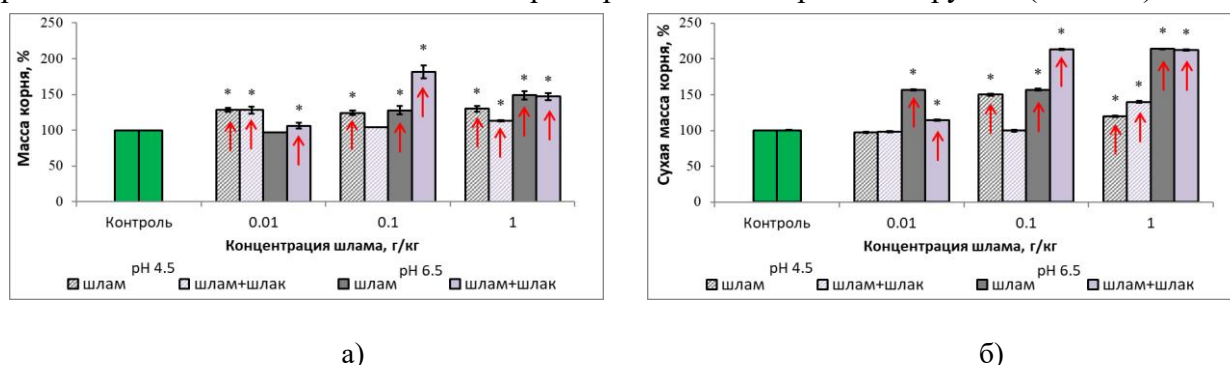


Рисунок 4. Масса корней вики посевной: а) сырая биомасса; б) сухая биомасса

Также установлено, что анализируемые металлургические отходы не оказали достоверного влияния на эффективность фотосинтетической системы II растений вики посевной.

### ***Результаты накопления цинка вегетативными органами растения***

По результатам атомно-абсорбционной спектрометрии (Рис. 5) установлено, что накопление цинка надземной частью (прирост концентрации относительно контроля) растения составило 0.00018 мкг/г, корнями – 0.00025 мкг/г.

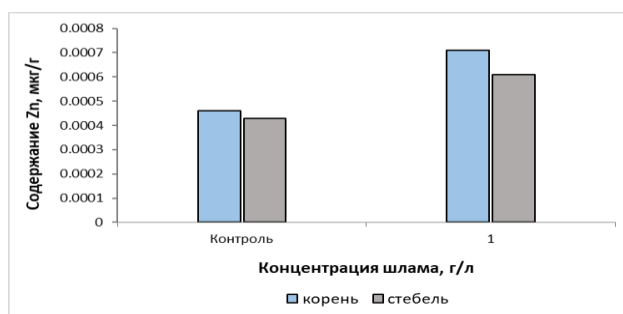


Рисунок 5 – Содержание цинка в растительных тканях вики посевной

По результатам исследования можно сказать, что исследуемый доменный шлак, отдельно, или в смеси со шлаком, благоприятно действует на изучаемые показатели вики посевной на кислых почвах.

### **Заключение**

Согласно результатам анализа морфометрических признаков и биомассы, конверторный шлак и доменный шлак положительно влияют на данные показатели вики посевной на кислых почвах. Наибольший прирост длины стебля (17%) и его сырой массы (30%) наблюдается у проростков в кислом субстрате при концентрации шлама 0.1 г/кг. Прирост длины корня в кислой среде при концентрации шлама 0.1 – 1 г/составил 48 %. Также установлено накопление цинка в растительных тканях вики посевной.

Таким образом, доменный шлак может использоваться в качестве минерального удобрения, так как входящие в его состав компоненты являются микроэлементами, необходимыми для минерального питания растений. Добавление конвертерного шлама вызывал прирост всех исследуемых показателей по сравнению с внесением доменного шлама. Так как внесение конвертерного шлама в кислый субстрат способствует повышению ряда показателей у исследуемой сельскохозяйственной культуры по сравнению с действием чистого доменного шлама, то конвертерный шлак возможно применить в качестве аналога извести для мелиорации почв.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 1023080200005-3-1.6.19 Фундаментальные основы формирования взаимодействий синтетических высокодисперсных частиц с микроорганизмами и растениями).

### Список литературы

1. Бажин В. Ю. Отходы металлургического производства как альтернативный минерально-сырьевой ресурс / В. Ю. Бажин // Металлургия легких и тугоплавких металлов : материалы III Междунар. науч.-техн. конф., 10-11 октяб. 2014 г. — Екатеринбург : УрФУ, 2014. — С. 96-100.
2. Московченко, Е. Н. Загрязнение земель Московской области: масштабы и специфика // Теория и практика общественного развития. – 2013. – №. 5. – С. 327-329.
3. ФАО. 2013 год. Обеспечение качества работы лабораторий по анализу кормов для животных. Руководство ФАО по вопросам животноводства и здоровья животных, №14. – Рим, 2013.

### References

1. Bazhin V. Yu. Waste from metallurgical production as an alternative mineral resource / V. Yu. Bazhin // Metallurgy of light and refractory metals: materials of the III International. scientific-technical Conf., 10-11 Oct. 2014 - Ekaterinburg: UrFU, 2014. - pp. 96-100.
2. Moskovchenko, E. N. Land pollution in the Moscow region: scale and specificity // Theory and practice of social development. – 2013. – No. 5. – pp. 327-329.
3. FAO. year 2013. Ensuring the quality of work of laboratories for the analysis of animal feed. FAO Guide to Livestock Production and Health, No. 14. – Rome, 2013.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ЗНАЧИМОСТИ РАЗЛИЧИЙ  
МЕЖДУ ОБРАЗЦАМИ ЦВЕТОЧНОЙ РАССАДЫ, ВЫРАЩЕННОЙ  
НА РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЧВЕННЫХ СУБСТРАТОВ, НА ПРИМЕРЕ  
ПЕТУНИИ КРУПНОЦВЕТКОВОЙ ДУВЕ БЛЮ (PETUNIA GRANDIFLORA  
DUVET BLUE)**

С.С. Ведёхин, В.А. Новиков, Е.Н. Тихонова

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

**Аннотация.** В статье описывается исследование по определению наличия статистической значимости различий между образцами цветочной рассады петунии крупноцветковой Дуве Блю (*Petunia grandiflora* «Duvet Blue»), выращенной на различных типах почвенных субстратов.

**Ключевые слова:** петуния, сеянцы, почвенный, субстрат, рассада, дисперсионный, ANOVA, анализ.

**DETERMINATION OF THE STATISTICAL SIGNIFICANCE OF DIFFERENCES  
BETWEEN SAMPLES OF FLOWER SEEDLINGS GROWN ON DIFFERENT TYPES  
OF SOIL SUBSTRATES USING THE EXAMPLE OF PETUNIA GRANDIFLORA  
DUVET BLUE**

S.S. Vedyokhin, V.A. Novikov, E.N. Tikhonova

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh,  
Russia*

**Abstract.** The article describes a study to determine the presence of statistical significance of differences between samples of *Petunia Grandiflora Duvet Blue* flower seedlings grown on various types of soil substrates.

**Keywords:** *Petunia*, seedlings, soil, substrate, seedlings, dispersion, ANOVA, analysis

**Цель исследования.** Провести анализ наличия статистической значимости различий роста между образцами цветочной рассады петунии крупноцветковой Дуве Блю (*petunia grandiflora duvet blue*), выращенной на различных типах почвенных субстратов.

**Материал и методы исследования**

В ходе анализа динамики развития сеянцев рассады петунии крупноцветковой Дуве Блю (*Petunia grandiflora* «Duvet Blue») было получено после пикировки в образце №1 – 219 растений, в образце №2 – 228 растений, в образце №3 – 233 растений, в образце №4 – 233 растение [1]. У каждого растения измерили рост [2].

Анализ наличия статистической значимости различий между образцами цветочной рассады проводился с помощью алгоритма ANOVA (анализ дисперсии). Это статистический метод, используемый для сравнения средних значений двух или нескольких групп. Для выполнения расчетов использовался пакет анализа для Microsoft Excel. В пакете анализа, необходимый для расчетов, инструмент находится в разделе «Однофакторный дисперсионный анализ» [3].

В начале исследования мы определяем две гипотезы. Гипотеза  $H_0$  – состав почвенной смеси не оказывает влияния на рост цветочной рассады. Гипотеза  $A$  – состав почвенной смеси оказывает влияние на рост цветочной рассады.

После указания диапазона входных параметров (в нашем случае это таблица, содержащая данные о росте каждого растения, разделённые по образцам почвенных субстратов) и указания выходного интервала, получаем расчет (рис. 1).

Однофакторный дисперсионный анализ					
ИТОГИ					
Группы	Счет	Сумма	Среднее	Дисперсия	
Столбец 1	219	11641	53,16	226,0400067	
Столбец 2	228	28776	126,21	1279,664735	
Столбец 3	233	43251	185,63	1328,984979	
Столбец 4	233	51680	221,80	1312,710855	

Дисперсионный анализ							
Источник вариации	SS	df	MS	F	P-Значение	F критическое	
Между группами	3677196,993	3	1225732,331	1169,59	0,00	2,61	
Внутри групп	952634,0497	909	1048,002255				
Итого	4629831,043	912					

Рисунок 1 – Результаты однофакторного дисперсионного анализа

Судя по результатам анализа в нашем случае, критическая точка равна 2,61 ( $f$  критическое). Так как значение  $F$  (1169,59) больше значение  $f$ -критическое, гипотезу  $H_0$  мы отвергаем (рис. 2). Расчеты мы производили с вероятностью ошибки в 5%, следовательно, гипотеза  $A$  принимается с вероятностью 95%. Степень влияния состава почвенной смеси  $R_2$  рассчитывается по формуле 1.

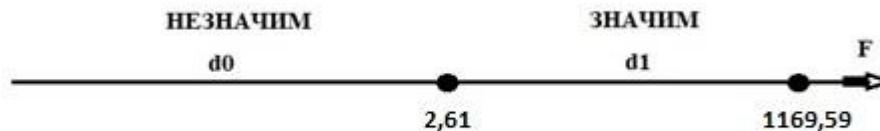


Рисунок 2 – Схематическое изображение результатов однофакторного дисперсионного анализа

Где  $d0$  – область незначимости,  $d1$  – область значимости.

$$R_2 = \frac{SS(\text{между группами})}{SS(\text{итого})} = \frac{3677196,99}{4629831,04} = 79\% \quad (1)$$

Отсюда следует, что доля неучтённых в расчете факторов составляет 21%. Неучтенными в расчете факторами могут служить влияние освещенности теплицы, температурный режим, режим полива рассады и другие.

Так как гипотеза  $H_0$  нами отвергается, необходимо провести пост-хок анализ. Мы выбрали для этого алгоритм Тьюки [4]. Этот алгоритм сравнивает все образцы между собой и вычисляет интервалы доверия для разности средних значений. В результате пост-хок анализа мы узнаем о наличии или отсутствии статистически значимых различий между всеми образцами цветочной рассады, выращенной с использованием различных почвенных смесей (табл. 1).

Таблица 1. Результаты пост-хок анализа (алгоритм Тьюки)

Пары почвенных смесей	$ cp.x - cp.y $	MS (внутри групп)	$\sqrt{\frac{MSR}{n}}$	$\frac{ cp.x - cp.y }{\sqrt{\frac{MSR}{n}}}$	Критическая точка	Наличие отличий
Земля / Земля + вермикулит	73,06	1048,00	2,12	34,45	3,30	Есть отличия
Земля / Торф	132,47			62,46		Есть отличия
Земля / Торф + вермикулит	168,65			79,52		Есть отличия
Земля + вермикулит / Торф	59,42			28,02		Есть отличия
Земля + вермикулит / Торф + вермикулит	95,59			45,07		Есть отличия
Торф / Торф + вермикулит	36,18			17,06		Есть отличия

Далее для анализа нам необходимо найти значение точек степеней свободы. Значение первой точки степеней свободы (l) рассчитывается по формуле 2.

$$l = \text{кол} - \text{во\_уровней\_фактора} - 1 = 4 - 1 = 3 \quad (2)$$

Значение второй точки степеней свободы (v) рассчитывается по формуле 3.

$$v = \text{кол} - \text{во\_уровней\_фактора} * (\text{кол} - \text{во\_наблюдений} - 1) = 4 * 232 = 928 \quad (3)$$

Подставляя значение точек степеней свободы в таблицу для определения значения критической точки, получаем значение 3,30 (рис. 3).

Стандартные значения коэффициента Q (при уровне вероятности P = 0,95 для определения критерия Тьюки D = Qm)																				
Число степеней свободы для ошибки v	Число вариантов опыта l																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	18,0	26,7	32,8	37,2	40,5	43,1	45,4	47,3	49,1	50,6	51,9	53,2	54,3	55,4	56,3	57,2	58,0	58,8	59,9	
2	6,1	8,3	9,8	10,9	11,7	12,4	13,0	13,5	14,0	14,4	14,8	15,1	15,4	15,6	15,9	16,1	16,4	16,6	16,8	
3	4,5	5,9	6,8	7,5	8,0	8,5	8,9	9,2	9,5	9,7	9,9	10,2	10,4	10,5	10,7	10,8	11,0	11,1	11,2	
4	3,9	5,0	5,8	6,3	6,7	7,1	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,5	8,7	8,8	8,9	9,0	9,1	9,2	
5	3,6	4,5	5,2	5,6	6,0	6,3	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,4	7,5	7,6	7,8	7,9	8,0	8,0	8,1	
6	3,5	4,3	4,9	5,3	5,6	5,9	6,1	6,3	6,5	6,6	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	
7	3,3	4,2	4,7	5,1	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,3	6,4	6,5	6,7	6,8	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	
8	3,3	4,0	4,5	4,9	5,2	5,4	5,6	5,8	5,9	6,0	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,6	6,7	6,8	6,9	
9	3,2	4,0	4,4	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,7	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,4	6,4	6,5	6,6	6,6	
10	3,2	3,9	4,3	4,7	4,9	5,1	5,3	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,3	6,3	6,4	6,5	
11	3,1	3,8	4,2	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1	6,1	6,2	6,3	6,3	
12	3,1	3,8	4,2	4,5	4,8	5,0	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,0	6,1	6,2	6,2	
13	3,1	3,7	4,2	4,5	4,7	4,9	5,0	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,9	6,0	6,1	6,1	
14	3,0	3,7	4,1	4,4	4,6	4,8	5,0	5,1	5,2	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0	
15	3,0	3,7	4,1	4,4	4,6	4,8	4,9	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,8	5,8	5,9	6,0	
16	3,0	3,6	4,0	4,3	4,6	4,7	4,9	5,0	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,8	5,9	5,9	
17	3,0	3,6	4,0	4,3	4,5	4,7	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	
18	3,0	3,6	4,0	4,3	4,5	4,7	4,8	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	
19	3,0	3,6	4,0	4,3	4,5	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,7	5,7	
20	3,0	3,6	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,7	5,7	
24	2,9	3,5	3,9	4,2	4,4	4,5	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4	5,5	5,6	5,6	5,6	
30	2,9	3,5	3,8	4,1	4,3	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4	5,5	5,5	5,5	
40	2,9	3,4	3,8	4,0	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,2	5,3	5,3	5,3	5,4	
60	2,8	3,4	3,7	4,0	4,2	4,3	4,4	4,6	4,6	4,7	4,8	4,9	4,9	5,0	5,1	5,1	5,2	5,2	5,2	
120	2,8	3,4	3,7	3,9	4,1	4,2	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	4,8	4,8	4,9	5,0	5,0	5,0	5,1	5,1	
∞	2,8	3,3	3,6	3,9	4,0	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,6	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,9	5,0	5,0	

Рисунок 3 – Таблица для определения степеней свободы

Далее устанавливаем наличие статистически значимых отличий между значениями роста цветочной рассады, выращенной в разных образцах почвенных смесей. Если



наблюдаемое значение критерия Тьюки, рассчитанное по формуле 4, будет больше значения критической точки, то наблюдается наличие статистически значимых различий.

$$\text{Критерий}_\text{Тьюки} = \frac{|cp.x - cp.y|}{\sqrt{\frac{MSR}{n}}}. \quad (4)$$

### Результаты исследования и их обсуждение

В результате анализа мы установили, что наличие статистически значимой разницы между ростом цветочной рассады наблюдается на всех парах образцов почвенных смесей.

### Заключение

Данное исследование не берет во внимание другие важные факторы, такие как, освещенность, температурный режим при выращивании, качество полива рассады, которые имеют долю влияния 21,00%, судя по результатам однофакторного дисперсионного анализа. Но, исследуемые образцы рассады выращивались вместе в абсолютно идентичных условиях. Внимание акцентируется только на составе почвенной смеси. В ходе исследования получены данные, которые позволяют сделать вывод о том, что между всеми парами образцов рассады, выращенной на различных почвенных субстратах, есть статистически значимые отличия в контексте влияния состава выбранных нами почвенных смесей на рост рассады петунии крупноцветковой Дуве Блю (*petunia grandiflora* Duvet Blue).

Проводимое исследование имеет большой потенциал для дальнейших изучений с целью определить оптимальный состав почвенной смеси для выращивания цветочной рассады в тепличных комплексах предприятий, специализирующихся на выращивании и реализации цветочной рассады.

### Список литературы

1. Лучшая научно-исследовательская работа 2023: сборник статей IV Международного научно-исследовательского конкурса / под общ. ред. Г.Ю. Гуляева – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2023. – 66 с. – С. 14-19.
2. Результаты замеров роста рассады бегонии вечноцветущей зеленолистной. Адрес URL: [https://www.zelenstroy-anapa.com/zamer\\_petunia\\_rost](https://www.zelenstroy-anapa.com/zamer_petunia_rost) (дата обращения 02.02.2024).
3. Использование пакета анализа. Поддержка Microsoft Excel. [Электронный ресурс]. Адрес URL: <https://support.microsoft.com/ru-ru/office/использование-пакета-анализа-6c67ccf0-f4a9-487c-8dec-bdb5a2cefab6>. (дата обращения: 02.02.2024).
4. Post Hoc анализ: Процесс и типы тестов. Адрес URL: <https://mindthegraph.com/blog/ru/post-hoc-тест> (дата обращения 02.02.2024).

### References

1. The best research paper 2023: collection of articles of the IV International Research Competition / Under the general editorship of G.Y. Gulyaev – Penza: ICNS "Science and Education". – 2023. – 66 p. С. 14-19.
2. Results of measurements of the growth of seedlings of the ever-flowering green-leaved begonia. URL address: [https://www.zelenstroy-anapa.com/zamer\\_petunia\\_rost](https://www.zelenstroy-anapa.com/zamer_petunia_rost) (accessed 02.02.2024).
3. Using the analysis package. Microsoft Excel support. [electronic resource]. URL: <https://support.microsoft.com/ru-ru/office/использование-пакета-анализа-6c67ccf0-f4a9-487c-8dec-bdb5a2cefab6>. (date of access: 02.02.2024).
4. Post Hoc analysis: Process and types of tests. URL address: <https://mindthegraph.com/blog/ru/post-hoc-тест> (accessed 02.02.2024).

## ДЕКОРАТИВНЫЕ АДВЕНТИВНЫЕ ВИДЫ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ КРЫМА

А.Н. Гайворон, И.А. Толбина

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

**Аннотация.** Адвентивные растения - это растения, которые прижились в месте, которое не соответствует району их происхождения из-за антропогенного воздействия, и, следовательно, все они являются дикими видами, которые были созданы только с помощью человека, в отличие от местных видов.

Приведены результаты изучения адвентивных древесных растений урбанофлоры Республики Крым, Россия. Определен состав адвентивных видов флоры, а также изучены их экологобиологические свойства. В флоре Республики Крым выявлено 162 видов адвентивных вида из 49 семейств, что составляет около 43% от общего видового состава полуострова.

Адвентивная флора во всех частях мира очень разнообразна, и ее расширение – это стремительно нарастающий процесс, имеющий глобальный характер и влекущий за собой цепь негативных последствий.

Масштабы воздействия адвентивного компонента на природу ведет за собой необходимость специального изучения его состава, свойств и тенденций развития

Комплексное изучение адвентивных видов республики Крым представляется актуальным в качестве отправной точки для мониторинга инвазии адвентивных видов.

**Ключевые слова:** адвентивные растения, инвазивные виды, озеленение.

## DECORATIVE ADVENTIVE SPECIES OF TREES AND SHRUBS OF THE CRIMEA

A.N. Gaivoron, I.A. Tolbina

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract.** Adventitious plants are plants that have taken root in a place that does not correspond to their area of origin due to anthropogenic impact, and therefore they are all wild species that were created only with human help, unlike native species

The results of the study of adventitious woody plants of the urban flora of the Republic of Crimea, Russia are presented. The composition of adventitious flora species has been determined, and their ecologobiological properties have been studied. 162 species of adventitious species from 49 families have been identified in the flora of the Republic of Crimea, which is about 43% of the total species composition of the peninsula.

The adventitious flora in all parts of the world is very diverse, and its expansion is a rapidly growing process that has a global character and entails a chain of negative consequences.

The scale of the adventitious component's impact on nature does not entail the need for special study of its composition, properties and development trends

A comprehensive study of the adventitious species of the Republic of Crimea seems relevant as a starting point for monitoring the invasion of adventitious species.

**Keywords:** adventitious plants, invasive species, landscaping.

### **Введение**

Адвентивные растения – это растения, которые прижились в месте, которое не соответствует району их происхождения из-за антропогенного воздействия, и, следовательно, все они являются дикими видами, которые были созданы только с помощью человека, в отличие от местных видов

Использование адвентивная растения неоднозначное, так как с одной стороны заносные виды являются хозяйственно-ценными и широко применяются в ландшафтном строительстве и озеленении, так как обладают высокими декоративными признаками.

А с другой стороны они способны поменять свой статус на инвазивные. За короткий промежуток времени адвентивные виды способны быстро размножиться и распространяться на большие территории, что способствует замене растительных сообществ, то есть занесенные виды выселяют аборигенные виды, что в последствии приводит к деградации биогеоценозов.

Адвентивная флора во всех частях мира очень разнообразна, и ее расширение - это стремительно нарастающий процесс, имеющий глобальный характер и влекущий за собой цепь негативных последствий.

Масштабы воздействия адвентивного компонента на природу ведет за собой необходимость специального изучения его состава, свойств и тенденций развития.

**Цель исследования** – изучение и мониторинг видового разнообразия адвентивных растений Республики Крым.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проводились в 2022-2023 гг. на территории полуострова Крым.

Объектом исследования послужило видового разнообразие адвентивных видов произрастающих на природно-заповедных зонах полуострова.

В ходе исследования были проведены обследования следующих городских объектов (г. Симферополь): парк имени Юрия Гагарина, Ботанический сад имени М.В. Бахровой Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского, Екатерининский сад, заповедник "Мыс Мартьян", Карадагский Природный Заповедник

Изучение сорной флоры сеgetальных местообитаний проводили маршрутно-рекогносцировочным методом обследования территории [3]

Определялось видовое разнообразие используя таблицы адвентивных видов по гербарным образцам собранных растений. Также даётся классификация жизненных форм, оценка засухоустойчивости и устойчивость к болезням и вредителям.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Почвенно-климатические условия равнинного Крыма существенно отличаются от южнобережных, из-за этого в Крыму огромное разнообразие не только аборигенных видов растений. Раздел адвентивных растений довольно обширный. Комплексные исследования, позволяющие оценить риски, связанные с распространением видов, которые неотъемлемо связаны с деятельностью человека, в достаточно весомой мере подчеркнули их способность внедряться и широко распространяться на новых для них территориях [4].

Согласно геоботаническому районированию Крыма территория входит в Горнокрымский ботанико-географический округ [2]

На данный момент в Крыму зарегистрировано около 375 таксонов среди заносных растений.

В результате проведенного анализа на территории всех заповедников Крыма отмечено 162 заносных вида растений из 49 семейств, что составляет более 43% от всех

видов адвентивной фракции флоры полуострова. Что касается уровня адвентизации флоры отдельных заповедных территорий Крыма, то они отличаются низкими (3,6-5,0) и средними (7,9-10,1) показателями по сравнению с другими охраняемыми территориями, в которых на долю заносных растений приходится от 7 до 23% [1].

В связи с развитием ландшафтной архитектуры и зеленого строительства наблюдается увеличение числа адвентивных растений отмечается на территориях населенных пунктов (таблица 1). Следует отметить что показатели будут нестабильны и меняются, за счет антропогенной нагрузки.

Таблица 1 - Адвентивные деревья и кустарники Крымского полуострова

№ п/п	Русское и латинское название	Место произрастания	Жизненная форма	Оценка засухоустойчивости	Оценка устойчивости к болезням
1	Магония падуболистная <i>Mahonia aquifolium</i> L.	Заповедник "Мыс Мартьян"	К	3	3
2	Буддлея Давида <i>Buddleja davidii</i> Franch	Заповедник "Мыс Мартьян"	К	5	5
3	Багрянник европейский <i>Cercis siliquastrum</i> L.	Заповедник "Мыс Мартьян" и Карадагский Природный Заповедник	Д К	3	4
4	Гледичия трёхколючковая <i>Gleditsia triacanthos</i> L.	Карадагский Природный Заповедник	Д	5	5
5	Жимолость душистая <i>Lonicera caprifolium</i> L.	Заповедник "Мыс Мартьян"	К	2	2
6	Калина лавролистная <i>Viburnum tinus</i> L.	Заповедник "Мыс Мартьян"	К	2	3
7	Плоскоцветочник <i>Platycladus orientalis</i> (L.) Franco	Карадагский Природный Заповедник	Д	3	3
8	Лох узколистный <i>Elaeagnus angustifolius</i> L.	Карадагский Природный Заповедник и Опукский природный заповедник	К	3	4
9	Пузырник древовидный <i>Colutea arborescens</i> L.	Крымский природный заповедник	К	3	2

10	Софора японская <i>Sophora japonica</i> L.	Опукский Природный заповедник	Д	4	3
11	Дуб каменный <i>Quercus ilex</i> L.	Заповедник «Мыс Мартьян»	Д	3	2
12	Орех грецкий <i>Juglans regia</i> L	Заповедник «Мыс Мартьян» и Карадагский	Д	4	4
13	Лавр благородный <i>Laurus nobilis</i> L	Заповедник «Мыс Мартьян»	Д	2	3
14	Инжир <i>Ficus carica</i> L.	Заповедник «Мыс Мартьян», Карадагский Природный заповедник и Опукский Природный заповедник	Д	1	3
15	Жостер вечнозелёный <i>Rhamnus</i> <i>alaternus</i> L	Заповедник «Мыс Мартьян»	Д К	3	3
16	Кедр гималайский <i>Cedrus deodara</i> (D.Don) G.Don fil.	Карадагский Природный заповедник	Д	3	4
17	Миндаль обыкновенный <i>Amygdalus</i> <i>communis</i>	Заповедник «Мыс Мартьян» и Карадагский Природный Заповедник	Д К	4	3
18	Айлант высочайший <i>Ailanthus</i> <i>altissima</i> (Mill.) Swingle	Заповедник «Мыс Мартьян» и Карадагский Природный заповедник	Д	5	4
19	Волчегодник <i>Daphne laureola</i> L.	Заповедник «Мыс Мартьян»	Д К	1	4
20	Виноград культурный <i>Vitis vinifera</i> L.	Карадагский Природный заповедник	К	4	4

Несмотря на то что адентивная флора в большинстве случаев приносит проблемы ареалу в котором она находится, некоторые адентивные виды обладают высокой декоративностью, что очень цениться садовниками.

### **Заключение**

Адентивная фракция флоры – одна из самых интересных тем для изучения флоры. Невероятно обширная тема, в которую если погрузиться, то можно провести много лет изучая заносные виды растений. Семена или черенки неизвестных растений попадают с транспортом, тарой от импортируемых фруктов или овощей либо как примесь к завозимым товарам, особенно зерну; привозят их и наши соотечественники из туристических поездок. Таким образом, для изучения такого типа флоры необходимо просматривать места их вероятного обитания (железнодорожные насыпи, свалки, цветники, скверы и т.п.).

Для того чтобы не бояться влияния адентивной флоры на биогеоценоз в котором она находится, чтобы определять соотношение адентивной флоры к аборигенной, необходимо регулярно наблюдать за их вероятными местообитаниями. Регулярно анализировать признаки по которым адентивные растения распространяются и искать способ защиты ценозов от неконтролируемого внедрения чужеродных видов, которые и вовсе могут перейти в состояние инвазивных. Охранять редкие растения которые могут исчезнуть из ареала в котором они обитают из-за заносных растений. Необходима последующая оценка перспектив их использования с целью создания комфортной и безопасной среды.

### **Список литературы**

1. Шеляг-Сосонко Ю.Р., Дидух Я.П. Ялтинский горно-лесной государственный заповедник. Ботанико-географический очерк. – Киев : Наукова думка, 1980. – 184 с.
2. Крайнюк Е.С. Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». 2020. № 11. С. 83-99.
3. Лунева, Н.Н. К вопросу о засоренности посевов сельскохозяйственных культур на территории России в начале третьего тысячелетия / Н. Н. Лунева // Фитосанитарное оздоровление экосистем. - 2006 - Т.1 - С. 332-334.
4. Миркин, Б.М. Синантропные растительные сообщества: модели организации и особенности классификации / Б.М. Миркин, С.М. Ямалов, Л.Г. Наумова// Журнал общей биологии. – 2007. – Т. 68. - N 6. - С. 435-443.

### **References**

1. Shelyag-Sosonko Yu.R., Didukh Ya.P. Yalta mountain forest state reserve. Botanical and geographical essay. – K.: Naukova Dumka, 1980. – 184 p.
2. Krainyuk E.S. Scientific notes of the natural reserve "Cape Martyan". 2020. No. 11. pp. 83-99.
3. Luneva, N.N. On the issue of weed infestation of agricultural crops in Russia at the beginning of the third millennium / N.N. Luneva // Phytosanitary improvement of ecosystems. - 2006 - T.1 - P. 332-334.
4. Mirkin, B.M. Synanthropic plant communities: models of organization and features of classification / B.M. Mirkin, S.M. Yamalov, L.G. Naumova // Journal of General Biology. – 2007. – Т. 68. - N 6. - P. 435-443.

## АНАЛИЗ РЕПРОДУКТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА *PICEA ABIES* (L.) H. KARST. С УЧЁТОМ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

С.И. Дегтярева, В.Д. Дорофеева, А.И. Медведева

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

**Аннотация.** В озеленении часто применяют приём введения инорайонных видов для повышения биологического разнообразия, расширения ассортимента и улучшения санитарно-гигиенического состояния зелёных насаждений. Цель нашей работы – изучить репродуктивные возможности и особенности ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.) в насаждениях г. Воронежа, проанализировать и применить на практике всевозможные способы размножения с перспективой получения качественного посадочного материала изучаемого вида. Размножение изучаемого вида может происходить либо черенкованием, либо семенами. Немаловажным является тот факт, что морфометрические показатели инорайонных видов в некоторой степени выражают оценку успешности интродукции и степень акклиматизации. Как раз *Picea abies* (L.) H. Karst. обладает удивительной биоэкологической способностью – выйти из угнетённого состояния и перейти к быстрому росту по высоте и диаметру. Целесообразность широкого использования *Picea abies* (L.) H. Karst. в городах предопределяется необходимостью ступенчатой интродукции (от изучения прохождения фенофаз через изучение различных типов размножения к посеву семян и высадке саженцев на определенной пробной площадке в городской черте). Изучаемый интродуцент перспективен для их выращивания в нашей лесостепной зоне.

**Ключевые слова:** *Picea abies* (L.) H. Karst., репродуктивный потенциал, интродукция, климатические условия.

## ANALYSIS OF THE REPRODUCTIVE POTENTIAL OF *PICEA ABIES* (L.) H. KARST. TAKING INTO ACCOUNT THE CLIMATIC CONDITIONS OF THE VORONEZH REGION

S.I. Degtyareva, V.D. Dorofeeva, A.I. Medvedeva

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract.** In landscaping, non-district species are often used to increase biological diversity, expand the assortment and improve the sanitary and hygienic condition of green spaces. The purpose

of our work is to study the reproductive capabilities and features of the European spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) plantings in Voronezh, analyze and put into practice all possible methods of reproduction with the prospect of obtaining high-quality planting material of the studied species. Reproduction can take place either by cuttings or by seeds. It is also important that the morphometric indicators of non-district species to some extent express an assessment of the success of introduction and the degree of acclimatization. Just *Picea abies* (L.) H. Karst. It has an amazing bioecological ability to get out of a depressed state and move on to rapid growth in height and diameter. The expediency of widespread use of *Picea abies* (L.) H. Karst. In cities, it is predetermined by the need for stepwise introduction (from studying the passage of phenophases through the study of various types of reproduction to sowing seeds and planting seedlings at a certain trial site in the city). The studied introducer is promising for their cultivation in the forest-steppe.

**Keywords:** *Picea abies* (L.) H. Karst., reproductive potential, introduction, climatic conditions.

### Введение

Всем нам известно, что одним из методов повышения биологического разнообразия, расширения ассортимента и улучшения санитарно-гигиенического состояния породного состава насаждений является активное внедрение инорайонных видов, обладающих высоким адаптационным потенциалом. Таким видом для Воронежской области частично является ель европейская (*Picea abies* (L.) H. Karst.). На территории РФ вид естественно произрастает только в европейской части, занимая обширную территорию: граница ареала на северо-западе проходит по Кольскому полуострову, далее по направлению к Архангельску, затем она идёт севернее Сыктывкара; по южной границе лесной зоны доходит до Казани и в этом районе пересекает Волгу через Чувашию и юг Нижегородской области, далее граница ареала уходит в Мордовию и направляется в сторону Украины. За пределами России встречается почти по всей Средней и Северной Европе, начиная от Пиренейских гор до Скандинавии.

Морфометрические показатели инорайонных видов в некоторой степени выражают оценку успешности интродукции и степень акклиматизации. Качество получаемого посадочного материала определяет генетический материал плодов и семян, объём запасных питательных веществ – всё это обеспечивает успешный рост и развитие всходов. Интродукция считается успешной, если вид приспособился к новым условиям и начал «плодоносить». Таким образом, получается, что без изучения особенностей размножения невозможно повышения биоразнообразия региона.

Ель европейская – хвойное вечнозеленое дерево, из семейства сосновые (Pinaceae) является важным образователем темнохвойных лесов. Ель растёт на свежих или сырых, сильно кислых, торфяных, каменистых и песчаных глинистых почвах или суглинках, в холодном и влажном зимой климате, не выносит избыточного увлажнения. Не отличается высокой требовательностью к плодородию почвы. Очень теневыносливая порода и в этом отношении уступает только тису и пихте. Зимостойка, но страдает от поздневесенних и раннеосенних заморозков.

В молодости ель растет медленно, а с 5-10 лет возраста – быстро. Примерно со 100-120 лет жизни прирост заметно падает, а с 250-300 лет дерево усыхает. Однако возраст более



300 лет очень редок, а в полосе хвойно-широколиственных лесов снижается до 120-150 (180) лет.

*Picea abies* (L.) Н. Karst. обладает удивительной биоэкологической способностью – выйти из угнетённого состояния и перейти к быстрому росту по высоте и диаметру, при её осторожном постепенном осветлении или осушении застойно-переувлажненных местообитаний [1].

Поскольку вид обширно используется в озеленении, декоративных насаждениях г. Воронежа и Центрально-Чернозёмного региона в целом, то мы задались вопросом об изучении репродуктивного состояния вида, различных способах его размножения для получения местного посадочного материала и изучения эколого-биологических откликов на влияние урбосреды.

Цель нашей работы – изучить репродуктивные возможности и особенности *Picea abies* (L.) Н. Karst., проанализировать и применить на практике всевозможные способы размножения с перспективой получения качественного посадочного материала изучаемого вида.

Период вегетации длится с мая по август. Микростробилы туповато-яйцевидные, примерно 15 мм в длину, располагаются в средней и нижней части кроны. По цвету могут быть красноватого цвета или совпадать с окраской макростробил. В начале фенофазы шишки встают и занимают вертикальное положение, а в конце этой фенофазы начинают свисать под своей тяжестью. Макростробилы находятся преимущественно на хорошо освещенной части кроны и имеют различную окраску: ярко-красную, темно-красную, зеленую, зелёно-красную. При этом на каждом отдельном дереве шишки имеют определенно один цвет. Во время опыления стоят вертикально и раскрываются в январе-апреле и их семена распространяются ветром. После опыления свисают вниз.

Размножение может происходить либо черенкованием, либо семенами. Черенкование является эффективным способом размножения *Picea abies* (L.) Н. Karst., так как: процент приживаемости черенков достаточно высок, сохраняются сортовые признаки.

Однако и в этом способе есть свои тонкости: сбор посадочного материала необходимо провести точно в срок, с учётом возраста материнского растения: материал, взятый от старой ели, приживается лишь в 50 %; черенки от молодых елей имеют приживаемость около 80 %.

Принцип черенкования несложен. Во-первых, черенки срезают со здорового растения, достигшего 5-летнего возраста (длиной 20 см) зимой. Черенок должен иметь свежий прирост и пяточку с корой. Его срезают острым ножом и высаживают в подготовленную землесмесь, тщательно утрамбовав землю и полив.

После заготовки побеги у основания освобождаются от хвои и немного зачищаются. Если кора отделяется от ствола, ее очищают. Вымачивание черенков елей в поливинилпирролидоне и аскорбиновой кислоте дает наибольший процент укорененных черенков.

После того, как черенки пустят корни, их можно высаживать в подготовленный почвенный субстрат: 2 части песка и перегноя, 3 части торфа и дерновой земли. После посадки в открытый грунт черенки нуждаются в регулярном уходе: полив, хорошее освещение, а также внесение стимуляторов роста (атоник, этамон, фульвокислоты).

Семенное размножение ели наиболее трудный и требующий длительного времени способ. Кроме того, он не даёт гарантии, что растение, выращенное из этих семян может сохранить видовые признаки. При этом семена являются кормом для птиц и животных, которые могут уничтожать их урожай. Важно отметить, что семя крылатое, легко освобождается от крыла ложкообразной формы и прорастают семена в год посева. Необходимыми условиями для прорастания семян всех видов растений являются благоприятная температура, достаточная влажность, освещение и доступ кислорода. Весьма эффективный способ ускорения прорастания семян – замачивание их в горячей воде (+70-80°C). Также могут использоваться другие вещества, например гиббереллин и этамон [2].

Так как ель отлично растет в пределах своего ареала, но используется в озеленении за его пределами, были разработаны методы по ускорению роста и приживаемости вида.

Одним из таких эффективным методом является клональное размножение (появление естественным путём или получение нескольких генетически идентичных организмов путём бесполого (в том числе вегетативного) размножения). Это использование техники *in vitro* для быстрого получения неполным путем растений, идентичных исходному [3-5]. Применяется с целью массового получения оздоровленного посадочного материала у растений, подверженных вирусным заболеваниям; увеличение сезонности выполняемых работ и выпуск растений к определенному сроку; получение генетически однородного посадочного материала.

Оптимальным методом, позволяющим культивировать хвойные виды, является соматический эмбриогенез. Такой метод позволяет получить не только клеточные культуры, но и растения-регенеранты, которые необходимы при лесовосстановлении хвойных пород, которые плохо размножаются из-за низкого качества семян, а также из-за их подверженности некоторым заболеваниям.

Соматический эмбриогенез (СЭ) считается наиболее эффективным методом вегетативного размножения ели европейской (*Picea abies* (L.) Н. Karst.). Это процесс формирования эмбрионов из клеток соматических тканей. Соматический эмбриогенез является привлекательным методом быстрого достижения результатов селекции. По крайней мере, ювенильный материал для размножения может храниться в криохранилище десятилетиями. Дальнейшее развитие технологии соматического эмбриогенеза ели европейской имеет важное значение, так как высокая стоимость соматического эмбрионального растения (эмблинги) ограничивает размножение.

Основной причиной, ограничивающей коммерческое применение СЭ в лесном хозяйстве, является высокая стоимость эмблингов по сравнению с саженцами. Кроме того, серьезной проблемой является потеря генетического материала во время СЭ. Однако это можно смягчить за счет совершенствования методов производства на этапах после криоконсервации.

Абсцизовая кислота относительно дорогой растительный гормон, широко используемый в СЭ хвойных деревьев для ускорения созревания эмбрионов. Он оказывает положительный эффект, способствуя созреванию эмбрионных тканей, но также может подавлять прорастание и рост эмбрионов в высоту в течение нескольких вегетационных периодов после воздействия.

Мы в конце 2023 г. заготовили 3 кг шишек *Picea abies* (L.) H. Karst., зафиксировали параметры. Средние размеры следующие: длина 5-6 см и 2,3-3 см шириной. Размеры и масса их семян несопоставимы с размерами и массой семян, характерными для ареала происхождения видов из-за влияния особых климатических условий, сложившихся на территории Воронежской области (длиной 2-3 мм).

В 2024 г. в планах произвести посев семян на выделенной территории ФБУ «НИИЛГИСбиотех» и наблюдать за сеянцами. В качестве субстрата планируем применять хвою лиственницы и сосновые опилки.

Целесообразность широкого использования *Picea abies* (L.) H. Karst. в городах предопределяется необходимостью ступенчатой интродукции (от изучения прохождения фенофаз через изучение различных типов размножения к посеву семян и высадке саженцев на определенной пробной площадке в городской черте). Изучаемый интродуцент перспективен для их выращивания в южной лесостепи.

### Список литературы

1. Абаимов, В. Ф. Дендрология: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Ф. Абаимов. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 474 с. – (Бакалавр. Академический курс). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – <https://urait.ru/bcode/422796>.

2. Мухаметшина А.Р. и др. Эффективность применения стимуляторов роста при выращивании ели европейской (*Picea abies* L.) в закрытом грунте / Петрова Г.А., Шайхразиев Ш.Ш., Гибадуллин Н.Ф., Русакова Э.С. // Лесной вестник / Forestry Bulletin. – 2020. – Т. 24. – № 3. – С. 81-86. – <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2020-3-81-86>.

3. Krasnoperova V.V., Bukharina I. L. The Study into the Method of Culture In Vitro as a Method of Vegetative Propagation of Coniferous Trees // Russian Agricultural Sciences. –2020. – Volume 46. – Issue 1. – P. 19-22. – <https://doi.org/100-030-243-802-909>.

4. Mikko Tikkinen, Saila Varis, Tuija Aronen. Development of Somatic Embryo Maturation and Growing Techniques of Norway Spruce Emblings towards Large-Scale Field Testing // Forests 2018, – Volume 9. – Issue: 6. – P. 325. – <https://doi.org/10.3390/f9060325>.

5. Teresa Hazubska-Przybyt, Mikołaj Krzysztof Wawrzyniak, Joanna Kijowska-Oberc, Aleksandra Maria Staszak, Ewelina Ratajczak. Somatic Embryogenesis of Norway Spruce and Scots Pine: Possibility of Application in Modern Forestry// Journal Article Forests. – 2022. – Volume 13. – Issue: 2. – P. 155-155. – <https://doi.org/163-784-851-889-549>.

### References

1. Abaimov, V. F. Dendrology: textbook and workshop for academic undergraduates / V. F. Abaimov. – 3rd ed., rev. and additional – Moscow: Yurayt Publishing House, 2018. – 474 p. – (Bachelor. Academic course). – Text: electronic // Educational platform Urayt [website]. – <https://urait.ru/bcode/422796>.

2. Mukhametshina A.R. and others. Efficiency of using growth stimulants when growing Norway spruce (*Picea abies* L.) in greenhouses / G.A. Petrova, Sh.Sh. Shaikhraziev, N.F. Gibadullin, E.S. Rusakova // *Forestry Bulletin*. – 2020. – T. 24. – No. 3. – P. 81-86. – <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2020-3-81-86>.

3. Krasnoperova V.V., Bukharina I. L. The Study into the Method of Culture In Vitro as a Method of Vegetative Propagation of Coniferous Trees // *Russian Agricultural Sciences*. –2020. – Volume 46. – Issue 1. – P. 19-22. – <https://doi.org/100-030-243-802-909>.

4. Mikko Tikkinen, Saila Varis, Tuija Aronen. Development of Somatic Embryo Maturation and Growing Techniques of Norway Spruce Emblings towards Large-Scale Field Testing // *Forests* 2018, – Volume 9. – Issue: 6. – P. 325. – <https://doi.org/10.3390/f9060325>.

5. Teresa Hazubska-Przybyt, Mikołaj Krzysztof Wawrzyniak, Joanna Kijowska-Oberc, Aleksandra Maria Staszak, Ewelina Ratajczak. Somatic Embryogenesis of Norway Spruce and Scots Pine: Possibility of Application in Modern Forestry// *Journal Article Forests*. – 2022. – Volume 13. – Issue: 2. – P. 155-155. – <https://doi.org/163-784-851-889-549>.

## ВИДОСПЕЦИФИЧЕСКИЙ РОСТ *ABIES MILL.* В ИСКУССТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ Г. ВОРОНЕЖА

С.И. Дегтярева, В.Д. Дорофеева, Е.С. Чередник

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

**Аннотация.** Резкие колебания температуры из-за изменения климата (в последние 10 лет это как раз и наблюдается в Воронежской области) могут повлиять на рост и физиологические особенности деревьев. Важным аспектом является изучение видоспецифичного роста внутри одного и того же рода на изменение климата путем проведения наблюдений, получения и обработки данных роста как биоэкологического отклика растений. Целью данной работы является выяснение степени и характера влияния основных климатических факторов на динамику развития и перспективы интродукции видов р. *Abies Mill.* в дендрарии ФГБОУ ВО ВГЛТУ. Проведено детальное изучение 9 из 12 произрастающих видов. Мы обратили внимание, что динамика развития интродуцированных видов р. *Abies* в основном определяется температурой воздуха. Расчет коэффициентов корреляции прироста с климатическими переменными за общий период показал, что на погодичную вариабельность прироста главным образом влияет температура воздуха. Наши исследования дают возможность предполагать, что 9 видов в дендрарии успешно адаптировались и могут использоваться в зелёном градостроительстве. Самыми перспективными всё же являются 3 вида: *Abies holophylla Maxim.*, *Abies sibirika Ldb.* и *Abies balsamea (L.) Mill.*

**Ключевые слова:** *Abies Mill.*, видоспецифичность, климатические факторы, динамика развития, интродуцированные виды.

## THE SPECIES-SPECIFIC GROWTH OF *ABIES MILL.* IN ARTIFICIAL PHYTOCENOSES OF VORONEZH

S.I. Degtyareva, V.D. Dorofeeva, E.S. Cherednik

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

**Abstract.** Sudden temperature fluctuations due to climate change (in the last 10 years this has been observed in the Voronezh region) can affect the growth and physiological characteristics of trees. It is important to study the species-specific growth of rocks within the same genus on

climate change by conducting observations, obtaining and processing growth data as a bioecological response of plants. The purpose of this work is to clarify the degree and nature of the influence of the main climatic factors on the dynamics of development and prospects of introduced species of *R. Abies* Mill. in the arboretum of the VGLTU. A detailed study of 9 of the 12 growing species was carried out. We have noticed that the dynamics of the development of introduced species of *R. Abies* is mainly determined by the air temperature. The calculation of the coefficients of correlation of the increase with climatic variables over the general period showed that the weather variability of the increase is mainly influenced by air temperature. Our research suggests that 9 species in the arboretum have successfully adapted and can be used in green urban planning. The most promising are still 3 types: *Abies holophylla* Maxim. *Abies sibirika* Ldb. и *Abies balsamea* (L.) Mill.

**Keywords:** *Abies* Mill., species specificity, climatic factors, development dynamics, introduced species.

### Введение

Эффективное управление городским озеленением и лесным хозяйством в целом требует выбора соответствующих пород деревьев, способных расти в различных условиях окружающей среды. Увеличение биологического разнообразия естественных и искусственных фитоценозов возможно только через внедрение растений, которые должны быть оценены на предмет перспектив.

Резкие колебания температуры из-за изменения климата (в последние 10 лет это как раз и наблюдается в Воронежской области) могут повлиять на рост и физиологические особенности деревьев. Чтобы справиться с последствиями изменения климата, важно понимать реакцию деревьев на эти изменения, и как эта реакция варьируется у разных видов.

В связи с этим важным является изучение видоспецифичного роста пород внутри одного и того же рода на изменение климата путем проведения наблюдений, получение и обработка данных роста как биоэкологического отклика растений.

Целью данной работы является выяснение степени и характера влияния основных климатических факторов на динамику развития и перспективы интродукции видов *p. Abies* Mill. в дендрарии ФГБОУ ВО «Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова».

Проведено изучение интродуцированных видов хвойных пород *p. Abies* в дендрарии ФГБОУ ВО «Воронежского государственного лесотехнического университета имени Г.Ф. Морозова» (далее по тексту дендрарий). В дендрарии *p. Abies* Mill. насчитывает 12 видов. Коллекционный материал со дня высадки постоянно изучается, проводятся фенологические наблюдения, исследуется характер роста и морфометрическое состояние растений.

Нами были проведены исследования по состоянию девяти видов пихт, произрастающих в дендрарии: пихта бальзамическая – *Abies balsamea* (L.) Mill, пихта субальпийская – *A. lasiocarpa* Nutt., пихта Фразера – *A. fraseri* (Pursh.) Poir, пихта Вича – *A. veitchii* Lindl., пихта сибирская – *A. sibirika* Ldb., пихта белокорая – *A. nephrolepis* Maxim., пихта цельнолистная – *A. holophylla* Maxim., пихта одноцветная – *A. concolor* Lindl. et Gord.,

пихта белая – *A. alba* Mill. Пихты различного эколого-географического происхождения имеют ряд биологических особенностей и приспособительных свойств.

Проведены фенологические наблюдения с мая по сентябрь 2021-2023 г., замеры фиксировали каждые 2-3 дня. Оценка жизненности проводилась по визуальным наблюдениям. Климатические данные взяты из свободного доступа.

Пихты, произрастающие в одинаковых почвенно-климатических условиях, имеют различный сезонный прирост побегов, таким образом, проявляются их индивидуальные особенности. Мы зафиксировали следующую особенность – в первые годы жизни пихты росли медленно, затем прирост в высоту увеличился. Конечно же, величина прироста измеряется по годам и зависит от погодно-климатических условий. Большая часть годового прироста приходится на май. Период роста побегов равен  $59,5 \pm 1,5$  дней. Хорошим ростом характеризуется пихта субальпийская, пихта цельнолистная, пихта белая европейская.

В таблице 1 представлены показатели по продолжительности роста побегов и годичный прирост главного побега.

Таблица 1. Продолжительность роста побегов и годичный прирост главного побега у видов р. пихта.

Вид	Средний рост, см			Средняя продолжительность роста побегов, дней
	2021	2022	2023	
<i>Abies balsamea</i> (L.) Mill.	$24,1 \pm 0,05$	$16,2 \pm 0,05$	$31,6 \pm 0,05$	58,0
<i>A. fraseri</i> (Pursh.) Poir .	$18,5 \pm 0,03$	$17,4 \pm 0,05$	$17,0 \pm 0,05$	59,6
<i>A. veitchii</i> Lindl.	$12,4 \pm 0,05$	$17,1 \pm 0,05$	$18,6 \pm 0,05$	61,3
<i>A. lasiocarpa</i> Nutt.	$30,7 \pm 0,05$	$17,1 \pm 0,05$	$39,3 \pm 0,05$	60,0
<i>A. sibirika</i> Ldb.	$18,6 \pm 0,05$	$17,7 \pm 0,05$	$20,2 \pm 0,05$	61,3
<i>A. nephrolepis</i> Maxim.	$22,1 \pm 0,05$	$18,2 \pm 0,05$	$24,1 \pm 0,05$	58,3
<i>A. holophylla</i> Maxim.	$17,8 \pm 0,05$	$16,0 \pm 0,05$	$29,6 \pm 0,05$	61,6
<i>A. concolor</i> Lindl. et Gord.	$29,7 \pm 0,05$	$16,0 \pm 0,05$	$31,6 \pm 0,05$	58,0
<i>A. alba</i> Mill.	$19,5 \pm 0,05$	$16,1 \pm 0,05$	$41,0 \pm 0,05$	58,6

Исследованиями установлено, что рост побегов видов рода *Abies* начинается в одно и то же время в годы ранней весны. В годы с затяжной весной различия между видами в сроках наступления этой фенофазы могут достигать 1 недели. Различия в сроках прекращения роста побегов также не превышают 1 недели. Кульминацией роста вначале стал вид *A. holophylla* Maxim., а в последнее время *A. balsamea* (L.) Mill. Наибольшее значение максимального роста также проявил вид *A. holophylla* Maxim., у других видов значение на 10-20 % меньше. Выявлено, что начало роста хвой изучаемых видов р. *Abies* отмечается в конце мая начале июня. Разница не превышает 2-4 дней. Прежде всего, кульминация роста хвой отмечена у *A. holophylla* Maxim., *A. concolor* Lindl. et Gord. Его значение у этих видов в 1,5-2 раза выше, чем у других видов. Исследования показали, что сроки начала, кульминации

и окончания роста хвои под влиянием факторов окружающей среды из года в год могут меняться в пределах 2-18 дней. Начало роста хвои зависит от температурного режима воздуха, а динамика роста, кроме того, ещё и от влажности воздуха и атмосферных осадков. Характер и степень влияния факторов среды на рост хвои изменяется из года в год очень незначительно, но, всё же отличается у изученных видов *p.Abies*.

Расчет коэффициентов корреляции прироста с климатическими переменными за общий период показал, что на погодичную вариабельность прироста главным образом влияет температура воздуха (2023 г. –  $R= +0,76$ ). Но при этом, с атмосферными осадками коэффициент корреляции дает значимую отрицательную связь (2023 г. –  $R= -0,38$ ). Коэффициенты корреляции объясняют до 35 % погодичной изменчивости. На погодичную изменчивость прироста также ощутимое влияние оказывает температура. Такой эффект мог быть за счёт усиления климатического сигнала в исследуемом регионе. Не удивителен положительный отклик на температуру, возрастающий к 2023 г. Отрицательный отклик на осадки может быть связан с тем, что в эти годы формируется устойчивый снежный покров и повышение осадков может приводить к его уплотнению, что замедляет процесс таяния снега перед началом вегетационного периода и задерживается рост. Отрицательное влияние осадков на прирост обусловлено, возможно, также временной дождливой погодой с одновременным уменьшением температуры и сокращением освещенности в вегетационный период.

Сроки наступления набухания и раскрытия вегетативных почек, также как и линейный рост побегов у видов *p.Abies* зависят от текущего температурного режима воздуха. Самое быстрое развёртывание данной вегетативной сферы начинается и заканчивается у *A. sibirika* Ldb. и *A. balsamea* (L.) Mill. а позже у *A. holophylla* Maxim. и *A. alba* Mill.

Все виды пихт оказались требовательны к богатству и влажности почвы и относительно устойчивы к засушливым условиям. Мы отметили, что *A. alba* Mill. менее зимостойкий вид и повреждается весенними заморозками, в то время как *A. sibirika* Ldb., *A. concolor* Lindl. et Gord., *A. fraseri* (Pursh.) Poir. и *A. nephrolepis* Maxim. ежегодно повреждаются болезнями и вредителями.

Таким образом, *A. holophylla* Maxim., *A. sibirika* Ldb. и *A. balsamea* (L.) Mill. потенциально пригодны для использования в зеленом строительстве, но, перспективны всё же для озеленения населенных пунктов с низкой степенью загрязнения.

Глобальное изменение температуры воздуха, влажности почвы вызывает различные изменения в выживаемости в первую очередь хвойных древесных пород. Поэтому необходимо определить видовой состав растений и разработать стратегии адаптации, которые улучшат методы выживания и выращивания растений. Мы обратили внимание, что динамика развития интродуцированных видов *p.Abies* в основном определяется температурой воздуха. Наши исследования дают возможность предполагать, что изучаемые 9 видов в дендрарии успешно адаптировались и могут использоваться в зелёном градостроительстве. Самыми перспективными всё же являются указанные выше 3 вида.



### Список литературы

1. Абаимов, В. Ф. Дендрология: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Ф. Абаимов. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 474 с. – (Бакалавр. Академический курс). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – <https://urait.ru/bcode/422796>.
2. Кищенко, И. Т. Сезонный рост *Abies Mill.* виды, интродуцированных в бореальной зоне (Карелия) / И. Т. Кищенко. – Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2021. – Вып. 1. – С. 25-36. – <https://doi.org/10.17072/1994-9952-2021-1-1-11>.
3. Караневский, Р. И., Торчик Ю.И. Фенологические ритмы декоративных форм разных видов елей (*Abies Mill.*) коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси / Известия Национальной академии наук Беларуси. – Биологическая серия. – №66(2). – С. 169-175. – 2021. – <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2021-66-2-169-175>.
4. Heejae Jo, Florent Noulekoun, Korea University, Asia Khamzina, Hanna Chang. Physiological and Shoot Growth Responses of *Abies holophylla* and *Abies koreana* Seedlings to Open-Field Experimental Warming and Increased Precipitation – 2022. – №14 (3). – P.356. – <https://doi.org/10.3390/w14030356>.
5. Jinseo Kim, Gwang-Jung Kim, Heejae Jo, Hyung-Sub Kim. The growth and survival responses of *Pinus densiflora* seedlings to extreme warming and drought. 2022. – <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30008.83202>.

### References

1. Abaimov, V. F. Dendrology: textbook and workshop for academic undergraduates / V. F. Abaimov. – 3rd ed., rev. and additional – Moscow: Yurayt Publishing House, 2018. – 474 p. – (Bachelor. Academic course). – Text: electronic // Educational platform Urayt [website]. – <https://urait.ru/bcode/422796>.
2. Kishchenko, I. T. Sezonnij rost *Abies Mill.* vidy, introducirovannyh v boreal'noj zone (Kareliya) / I. T. Kishchenko. – Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Biologiya. – 2021. – Vyp. 1. – S. 25-36. – <https://doi.org/10.17072/1994-9952-2021-1-1-11>.
3. Karanevskij, R. I., Torchik YU.I. Fenologicheskie ritmy dekorativnyh form raznyh vidov elej (*Abies Mill.*) kollekcii Central'nogo botanicheskogo sada NAN Belarusi / Izvestiya Nacional'noj akademii nauk Belarusi. – Biologicheskaya seriya. – №66 (2). – S. 169-175. – 2021. – <https://doi.org/10.29235/1029-8940-2021-66-2-169-175>.
4. Heejae Jo, Florent Noulekoun, Korea University, Asia Khamzina, Hanna Chang. Physiological and Shoot Growth Responses of *Abies holophylla* and *Abies koreana* Seedlings to Open-Field Experimental Warming and Increased Precipitation – 2022. – №14 (3). – P. 356. – <https://doi.org/10.3390/w14030356>.
5. Jinseo Kim, Gwang-Jung Kim, Heejae Jo, Hyung-Sub Kim. The growth and survival responses of *Pinus densiflora* seedlings to extreme warming and drought. 2022. – <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30008.83202>.

## ИНТЕГРАЛЬНЫЙ МЕТОД ОЦЕНКИ КАК КРИТЕРИЙ ПЕРСПЕКТИВНОСТИ ИНТРОДУКЦИИ ВИДОВ СЕМ. ROSACEAE JUS.

В.Д. Дорофеева, С.И. Дегтярева, М.О. Красникова

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

**Аннотация.** Научно-обоснованные рекомендации по введению в культуру могут быть даны на основе изучения материалов по длительному выращиванию их в условиях интродукционного наблюдения. Поэтому исследования, проводимые в ботанических садах, дендрариях на протяжении многих лет приобретают особое значение, так как при интенсивной урбанизации декоративные растения-интродуценты играют важную роль в зеленом строительстве и являются неотъемлемым компонентом паркового и ландшафтного строительства. Общее число видов в некоторых парках г. Воронежа достаточно большое, но видовой состав декоративных видов представлен незначительно. Умелое сочетание зеленых насаждений с природными и урбанистическими компонентами, повышение их экологических функций и художественной выразительности всей городской застройки – логичный выход из сложившейся ситуации. Для расширения растительного разнообразия в зеленом строительстве мы предлагаем использовать древесно-кустарниковый потенциал семейства Rosaceae Juss. В данной работе для характеристики интродуцированных растений вышеуказанного семейства был применен метод оценки по шкале перспективности визуальных наблюдений. В дендрарии коллекция семейства розоцветных представлена 24 родами и 64 видами. Популярность розоцветных обусловлена хозяйственной ценностью растений этого семейства. Нами зафиксирован факт высокой адаптивной устойчивости изучаемых видов к факторам урбосреды.

**Ключевые слова:** Rosaceae Juss., озеленение, интегральный метод оценки, урбосреда, дендрарий.

## INTEGRAL ASSESSMENT METHOD AS A CRITERION FOR THE PROSPECTS OF INTRODUCTION OF FAMILY SP. ROSACEAE JUS.

V.D. Dorofeeva, S.I. Degtyareva, M.O. Krasnikova

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract.** Scientifically based recommendations for introduction into culture can be given based on the study of materials on long-term cultivation under conditions of introduction.

Therefore, research conducted in botanical gardens and arboretums over the years has become of particular importance, since with intensive urbanization, ornamental plantings play an important role in green construction and are an integral component of park and landscape construction. The total number of species in some parks of Voronezh is quite large, but the species composition of ornamental species is represented insignificantly. A skillful combination of green spaces with natural and urban components, increasing their environmental functions and the artistic expressiveness of the entire urban development is a logical way out of this situation. To expand plant diversity in green building, we propose to use the tree and shrub potential of the Rosaceae Juss family. In this work, to characterize the introduced plants of the above family, the method of assessing plants according to the scale of prospects of visual observations was used. In the arboretum, the collection of Rosaceae is represented by 24 genera and 64 species. The popularity of Rosaceae is due to the economic value of plants of this family. We have recorded the fact of high adaptive resistance of the studied species to environmental factors.

**Keywords:** Rosaceae Juss., landscaping, integral assessment method, urban environment, arboretum.

При интенсивной урбанизации декоративные насаждения играют важную роль в зеленом строительстве и являются неотъемлемым компонентом паркового и ландшафтного строительства [4-6]. Общее число видов в некоторых парках г. Воронежа достаточно большое, но видовой состав декоративных видов представлен незначительно. В таких случаях применяют различные приемы и комбинации форм и красок зелени, но достигнуть эстетического и санитарно-гигиенического устойчивого состояния возможно лишь в том случае, если будет привлечен большой ассортимент растений.

Поэтому, обогащение быстрорастущими, декоративными, толерантными к различным факторам среды видами и формами древесно-кустарниковых растений, мы рассматриваем, как один из путей улучшения фитолимата региона.

Для расширения растительного разнообразия в зеленом строительстве достаточно перспективными является использование древесно-кустарникового потенциала семейства Rosaceae Juss.

Научно-обоснованные рекомендации по введению в культуру могут быть даны на основе материалов по длительному выращиванию их в условиях интродукции. Поэтому исследования, проводимые в ботанических садах, дендрариях на протяжении многих лет приобретают особое значение. Умелое сочетание зеленых насаждений с природными и урбанистическими компонентами, повышение их экологических функций и художественной выразительности всей городской застройки – логичный выход из сложившейся ситуации.

В статье представлены итоги интродукции и приведена всесторонняя оценка видов семейства Rosaceae Juss. [1].

Объектами исследования служили виды представителей семейства Rosaceae Juss., произрастающие в коллекции дендрария ФГБОУ ВО Воронежского государственного лесотехнического университета им. Г.Ф. Морозова (далее дендрарий). В данной работе для характеристики интродуцированных растений был применен метод оценки растений по шкале перспективности визуальных наблюдений [2].

В дендрарии коллекция семейства розоцветных представлена 24 родами и 64 видами. По происхождению виды характеризуются большим разнообразием по морфометрическим параметрам. Большая часть из них – представители флоры Китая, Японии.

Популярность розоцветных обусловлена хозяйственной ценностью растений этого семейства. Анализ видового состава данного семейства в декоративных насаждениях позволяет констатировать тот факт, что наиболее часто встречаются представители родов: *Amelanchier* Medic., *Armenica* Mill., *Cotoneaster* B. Ehrh., *Crataegus* L., *Malus* Mill., *Pyrus* L., *Prunus* L., *Cerasus* L., *Physocarpus* Maxim., *Spirea* L., *Rosa* L. редко используются *Padus* Mill. [1].

Существует множество методов оценки результатов интродукции древесных растений, которые основываются на учете разных показателей, в той или иной мере существенных при решении вопроса о перспективности растений новых условиях. [3]. В данной работе для характеристики интродуцированных древесных растений был применен метод интегральной оценки.

При оценке учитывались семь показателей: сохранение габитуса, регулярность прироста, побегообразовательную способность, зимостойкость, способность к генеративному развитию, возможность искусственного вегетативного размножения, степень одревеснения побегов, которые могут быть определены путём систематических визуальных наблюдений, за общим и сезонным развитием растений и вместе с тем могут характеризовать состояние и возможность существования этих растений в данных условиях. Степень одревеснения побегов определяет успешную перезимовку.

Хорошим показателем жизненности является время окончания роста, окончание листопада до поздних заморозков. Сохранение габитуса также зависит от степени зимостойкости растения, так как сохраняется присущая им в природе жизненная форма.

Все перечисленные в таблице 1 виды перспективны, сохраняют декоративность, обладают возможностью семенного и вегетативного размножения, достаточно зимостойки.

Плодоношение – это главный критерий успеха интродукции, так как он является итоговым выражением всей жизнедеятельности растения. Изучение плодоношения представляет не только теоретический интерес, но и диктуется запросами практики, широкое использование ценных экзотов невозможно без наличия достаточного количества семян.

Для обеспечения сохранности видов, представленных малым числом особей (*Chaenomeles japonica* Linde, *Prinsepia siensis* Kom., *Rubus odoratus* L., *Amygalus georgica* Desf., *Spiraea trilobata* L., *Rhodotypos kerrioides* S. et Z., *Padus serotina* (Ehrh.) *Kerria japonica* D.C., *Exochorda giraldii* Hesse, *Cotoneaster horizontalis* Decn.) необходимо обеспечить семенное и вегетативное размножение, с целью увеличения числа экземпляров для широкого распространения. Базой для сбора семян и вегетативного размножения может служить также дендрарий.

Таблица 1. Оценка жизнеспособности древесных растений и перспективность их интродукции по данным визуальных наблюдений ВГЛТУ

Название растений	Жизненная форма	Возраст	Балл зимостойкости	Одревесневшие побеги	Показатели жизнедеятельности							Группа перспективности
					Зимостойкость	Сохран. форма роста	Побегообразование	Прирост в высоту	Возможный способ размножения	В культуре	Сумма показателей жизнедеятельности	
<i>Cotoneaster horizontalis</i> Desn.	к	20	11	18	20	8	4	2	25	7	85	1
<i>Kerria japonica</i> D.C.	к	25	1	20	25	10	4	5	25	10	95	1
<i>Dasiphora fruticosa</i> Rydb.	к	25	1	20	25	10	5	5	25	10	95	1
<i>Rubus odoratus</i> L.	пк	20	11	18	20	8	4	2	25	7	85	1
<i>Amygdalus georgica</i> Desf.	К	20	11	18	20	8	4	2	25	7	85	1
<i>Prinsepia sinensis</i> Kom.	К	30	1	20	25	10	5	5	25	10	95	1
<i>Rhodotypos kerrioides</i> S. et Z.	К	25	1	20	25	10	5	5	25	10	95	1
<i>Spiraea trilobata</i> L.	К	18	1	20	25	10	5	5	25	10	100	1
<i>Spiraea hypericifolia</i> L.	К	25	1	20	25	10	5	5	25	10	100	1
<i>Exochorda giraldii</i> Hesse.	К	40	1	20	20	10	5	5	25	7	92	1
<i>Padus serotina</i> (Ehrh.)	Д	40	1	20	25	10	5	5	25	10	95	1
<i>Chaenomeles japonica</i> Linde.	к	25	1	20	20	10	5	5	25	7	85	1

Среди рекомендуемых видов для озеленения – растения различных жизненных форм и габитуса: низкорослые кустарники декоративными цветками (*Cotoneaster horizontalis* Desn.), *Amygdalus georgica* Desf.), *Rubus odoratus* L., *Exochorda giraldii* Hesse), поздно цветущие и обладающие яркой осенней листвой *Cotoneaster rhorisontalis* Decn., *Kerria japonica* D.C., *Dasiphora fruticosa* Rydb.

Показатели жизнеспособности для 12 видов растений представлены в таблице 1. Мы видим, что все представленные виды перспективны, так как имеют высокую побегообразовательную способность, дают основной прирост основных побегов, что обеспечивает хорошее восстановление кроны. Сохранение габитуса зависит от зимостойкости, способности растений в большей или меньшей мере сохранять присущую им форму роста. 12 видов представляют научный и практический интерес, так как иллюстрируют значимость и способность существовать в новых условиях. Все виды цветут и плодоносят.

Относительная ограниченность флористического состава в парках и скверах города предполагает комплекс мер по повышению биоразнообразия представителями семейства Rosaceae Juss. Нами сделана оценка перспективности интродукции видов из семейства Rosaceae Juss. с использованием интегрального метода. Установлена высокая адаптивность изучаемых видов к факторам урбосреды. Поэтому, увеличение ассортимента видов, толерантных к различным факторам, мы рассматриваем как один из важных путей улучшения ландшафтного озеленения. Научно-обоснованные рекомендации по введению в культуру могут быть даны на основе изучения материалов по длительному выращиванию их в условиях интродукции.

### Список литературы

1. Абаимов, В. Ф. Дендрология: учебник и практикум для академического бакалавриата / В. Ф. Абаимов. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2018. – 474 с. – (Бакалавр. Академический курс). – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – <https://urait.ru/bcode/422796>.
2. Лапин, П.И., Сиднева, С.В. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений / П.И. Лапин, С.В. Сидева // Опыт интродукции древесных растений. – Москва : ГБС АН СССР. – 1973. – С. 7-67.
3. Рысин, С.Н., Плотникова, Л.С., Яценко, И.О. Новые подходы к организации мониторинга состояния дендрологических коллекций / С.Н. Рысин, Л.С. Плотникова, И.О. Яценко // Бюллетень Главного ботанического сада. – 2015. - №2. - С. 15-20.
4. Komossa F., van der Zanden E. H., Schulp C. J. E. and Verburg., P. H. Mapping landscape potential for outdoor recreation using different archetypical recreation user groups in the European Union Ecol Indic. 2018 – Volume 85. – PP. 105-116. – <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.015>
5. Yang F, Ignatieva M, Wissman J, Ahrné K, Zhang S. and Zhu S. Relationships between multi-scale factors, plant and pollinator diversity, and composition of park lawns and other

herbaceous vegetation in a fast growing megacity of China Landscape Urban Plan. 2019. – Volume 185. PP. – 117-126. - <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.02.003>

6. Fengping Yang, Maria Ignatieva, Jörgen Wissman, Karin Ahrné, Shuoxin Zhang, Siying Zhu // Relationships between multi-scale factors, plant and pollinator diversity, and composition of park lawns and other herbaceous vegetation in a fast growing megacity of China // Landscape and Urban Planning. – 2019. – Volume 185. – PP. 117-126. – <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.02.0036>.

### References

1. Abaimov, V. F. Dendrology: textbook and workshop for academic undergraduates / V. F. Abaimov. – 3rd ed., rev. and additional – Moscow: Yurayt Publishing House, 2018. – 474 p. – (Bachelor. Academic course). – Text: electronic // Educational platform Urait [website]. – <https://urait.ru/bcode/422796>.

2. Lapin, P.I., Sidneva, S.V. Ocenka perspektivnosti introdukcii drevesnyh rastenij po dannim vizual'nyh nablyudenij / P.I.Lapin, S.V.Sideva// Opyt introdukcii drevesnyh rastenij. – Moskva : GBS AN SSSR. – 1973. – S. 7-67.

3. Rysin, S.N., Plotnikova, L.S., Yacenko, I.O. Novye podhody k organizacii monitoringa sostoyaniya dendrologicheskikh kollekcij / S.N. Rysin, L.S. Plotnikova, I.O. Yacenko // Byulleten' Glavnogo botanicheskogo sada. – 2015 . -№2. - S. 15-20.

4. Komossa F., van der Zanden E. H., Schulp C. J. E. and Verburg., P. H. Mapping landscape potential for outdoor recreation using different archetypical recreation user groups in the European Union Ecol Indic. 2018 – Volume 85. – PP. 105-116. – <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.015>

5. Yang F, Ignatieva M, Wissman J, Ahrné K, Zhang S. and Zhu S. Relationships between multi-scale factors, plant and pollinator diversity, and composition of park lawns and other herbaceous vegetation in a fast growing megacity of China Landscape Urban Plan. 2019. – Volume 185. PP. – 117-126. - <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.02.003>.

6. Fengping Yang, Maria Ignatieva, Jörgen Wissman, Karin Ahrné, Shuoxin Zhang, Siying Zhu // Relationships between multi-scale factors, plant and pollinator diversity, and composition of park lawns and other herbaceous vegetation in a fast growing megacity of China // Landscape and Urban Planning. – 2019. – Volume 185. – PP. 117-126. – <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.02.0036>.

## ПИРАМИДАЛЬНЫЙ ДУБ В ОЗЕЛЕНЕНИИ Г. ВОРОНЕЖА

В.П. Калошин

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

**Аннотация.** Прививки дуба черешчатого пирамидальной формы более полувека произрастают в озеленении г. Воронежа. Изучены рост и состояние дуба на разных участках произрастания, состояние отдельных биотипов - удовлетворительное. Высота деревьев колеблется от 17 м до 26 м, диаметр – от 27 см до 36 см. Дуб пирамидальный – монументальная порода в озеленении.

**Ключевые слова:** дуб черешчатый пирамидальной формы, озеленительные посадки г. Воронежа.

## PYRAMIDAL OAK IN THE LANDSCAPING OF VORONEZH

V.P. Kaloshin

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract.** Grafts of pedunculate oak of pyramidal shape have been growing in the landscaping of Voronezh for more than half a century. The growth and condition of oak in different areas of growth have been studied; the condition of individual biotypes is satisfactory. The height of the trees ranges from 17 m to 26 m, diameter - from 27 cm to 36 cm. Pyramid oak is a monumental species in landscaping.

**Key words:** pyramidal oak, landscaping plantings in Voronezh

### Введение

Пирамидальная форма дуба черешчатого произрастает в южных районах Краснодарского края и в Крыму. Уникальный вековой зимостойкий дуб декоративной пирамидальной формы отмечен М.М. Вересиным [1] в Липецкой области (племзавод Пальна Михайловская). Краеведы дендрологи предполагают, что эти дубы завезены с Крыма и для сохранения их от вымерзания к корням этих деревьев были проложены дымоходы, в холодные зимы протапливали и по дымоходам проходил дым. Селекция дуба черешчатого – это процесс создания новых сортов этой породы, которые обладают лучшими качествами и



свойствами, чем существующие. Особый интерес представляют декоративные формы, например кипарисовидная пирамидальная форма дуба (рис. 1). Прививка сделана в «мешок за кору» [2, 3, 4] (рис. 2).

В городе Воронеж и Воронежской области произрастают прививки дуба черешчатого пирамидальной формы. Таксационные характеристики были изучены с помощью мерной вилки и высотомера Blume-Leis, так же была дана оценка состояния деревьев в баллах, на некоторых из них были обнаружены плодовые тела. При проведении измерений было отмечено, что одиноко стоящие деревья имеют более высокие таксационные показатели.



а



б

Рисунок 1 - Кипарисовидная пирамидальная форма дуба – материнское дерево (а) и прививки от них (б)

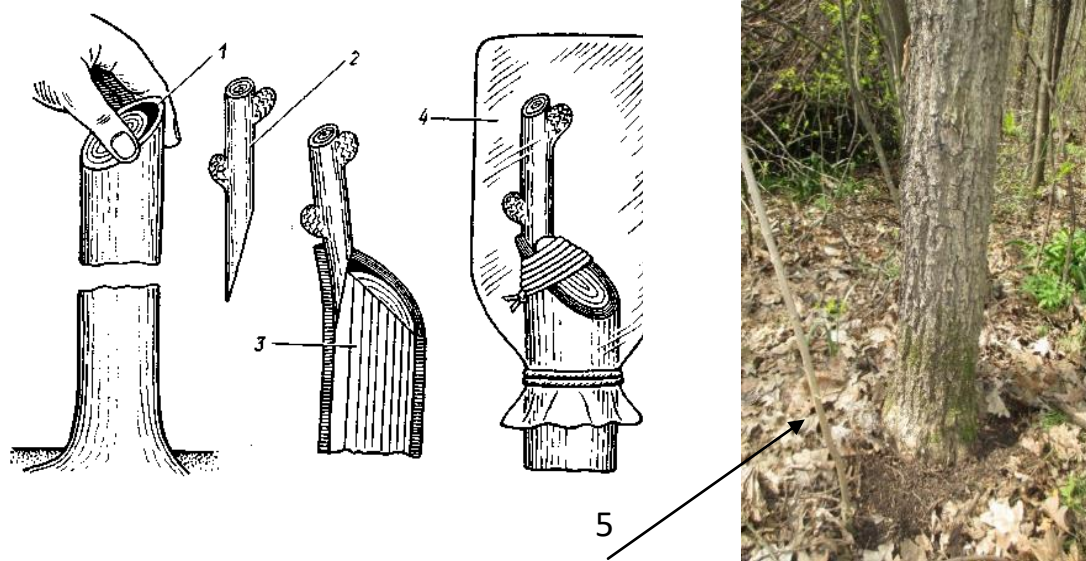


Рисунок 2 - Прививка дуба «в мешок за кору»: 1) подвой с карманом (мешок), 2) привой, 3) соединение привоя и подвоя, 4) обвязка привоя и подвоя, 5) место прививки

Таблица 1 – Характеристика роста и состояния дуба пирамидального в озеленении г. Воронежа

Места произрастания дуба пирамид.	Высота, м	Диаметр, см	Состояние, балл
УОЛ ВГЛТУ	17,0±0,37	27,0±0,39	2
Санаторий им. Горького	21,5±0,29	30,5±0,36	1
Кольцовский сквер	17,5±0,52	31,5±0,33	1
Семилукский лесопитомник	26,5±0,47	36,9±0,52	1

Все клоны дуба произрастают на темно-серых суглинистых лесных почвах. Различия по высоте и диаметру можно объяснить, что дуб пирамидальный в Учебно-опытном лесхозе произрастает в густой посадке, поэтому показатели высоты и диаметра деревьев ниже, чем одиночные посадки.

Так же нами был собран урожай желудей прививок дуба пирамидального. Проведя измерения желудей, было отмечено, что желуди прививок имеют более округлую форму и более приплюснуты, а размер был в среднем крупнее (длина  $28,3 \pm 0,02$ ; ширина  $15,1 \pm 0,01$  мм).

В первую-вторую декаду апреля 2023 г. было обильное цветение дуба пирамидально, что позволяет нам ожидать обильный урожай желудей и повторную закладку опыта. Повторный опыт позволит нам изучить наследуемость пирамидальной кроны у потомства от свободного опыления.

### **Выводы**

Таким образом, в статье рассматриваются вопросы произрастания и состояния дуба черешчатого пирамидальной формы для составления рекомендаций по его разведению.

### **Список литературы**

1. Вересин, М.М. Лесное семеноводство / М.М. Вересин – М.: Гослесбумиздат, 1963. – 160.
2. Вересин, М.М. Справочник по лесному селекционному семеноводству / М.М. Вересин, Ю.П. Ефимов, Ю.Ф. Арефьев. – М.: Агропромиздат, 1985. – 245 с.
3. Сиволапов, А.И. Селекция и семеноводство древесных растений : учебное пособие / А.И. Сиволапов; М-во образования и науки РФ, ГОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2011. – 204 с.
4. Царев, А.П. Селекция лесных и декоративных древесных растений: учебник / А.П. Царев, С.П. Погиба, Н.В. Лаур / под ред. А.П. Царева. – М.: МГУЛ, 2014. – 552 с.

**References**

1. Veresin, M.M. Forest seed production / M.M. Veresin - M.: Goslesbumizdat, 1963. – 160 p.
2. Veresin, M.M. Handbook on forest selection seed production / M.M. Veresin, Yu.P. Efimov, Yu.F. Arefiev. – M.: Agropromizdat, 1985. – 245 p.
3. Sivolapov, A.I. Selection and seed production of woody plants : textbook / A.I. Sivolapov; Ministry of Education and Science of the Russian Federation, State Educational Institution of Higher Professional Education "VGLTA". – Voronezh, 2011. – 204 p.
4. Tsarev, A.P. Selection of forest and ornamental woody plants: textbook / A.P. Tsarev, S.P. Pogiba, N.V. Laur / ed. A.P. Tsarev. – M.: MGUL, 2014. – 552 p.

## АНАЛИЗ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В ЛАНДШАФТАХ ПАРКА АЙВАЗОВСКОГО (КРЫМ)

В.Т. Попова, А.А. Попова, Е.М. Апарина, Ю.Н. Кубрак

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

**Аннотация.** Парк Айвазовского расположен в Крыму. Парк разделен на 10 ландшафтных районов (садов), которые различаются видовым составом насаждений, рельефом и почвенно-грунтовыми условиями. С помощью определителей растений выявлены виды деревьев и кустарников в разных ландшафтах парка. Установлено, что в составе ландшафтов доминируют лесные хвойные породы. Насаждения отличаются числом видом и санитарным состоянием.

Архитектурно-ландшафтные композиции растений представлены в виде массивов, куртин, групп и солитеров.

**Ключевые слова:** парк Айвазовского, ландшафты, насаждения, видовое разнообразие.

## ANALYSIS OF WOODY AND SHRUBBY PLANTS IN THE LANDSCAPES OF AIVAZOVSKY PARK (CRIMEA)

V.T. Popova, A.A. Popova, E.M. Aparina, Yu.N. Kubrak

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract.** Aivazovsky Park is located in the Crimea. The park is divided into 10 landscape areas (gardens), which differ in the species composition of plantings, relief and soil and soil conditions. With the help of plant determinants, the types of trees and shrubs in different park landscapes have been identified. It has been established that the composition of landscapes is dominated by forest conifers. The plantings differ in numerical appearance and sanitary condition.

Architectural and landscape compositions of plants are presented in the form of arrays, curtains, groups and tapeworms.

**Keywords:** Aivazovsky Park, landscapes, plantings, species diversity.

## Введение

Парк Айвазовского, или «Парадиз» – одно из самых популярных мест на Крымском полуострове.

Это большой ландшафтный комплекс с уникальной растительностью, представленной десятками тысяч видов и сортов. Удивительные архитектурные формы, прекрасные водоемы, великолепные цветники – все это скрасит вашу прогулку при посещении парка.

Достопримечательность находится у подножия горы Аю-даг («Медведь-горы») – еще одного интересного места в Крыму. В парке есть английский, мексиканский, итальянский, японский и др. сады.

На территории произрастает более 260 различных видов деревьев и кустарников, привезенных с разных уголков нашей планеты.

Парк украшен скульптурами древнегреческих богов и мифических персонажей.

Идея создать цветущий сад впервые появилась у генерала Раевского, который владел имением в этих местах. Первые кипарисы, ели и сосны здесь были высажены в конце XIX столетия. Официальное открытие состоялось уже в 60-х годах XX века. В какой-то момент, в связи с недостаточным финансированием и уходом, парковая зона стала больше напоминать лес. Так продолжалось до 2003 года, после чего наступил переломный для парка момент – масштабная реконструкция.

Разработкой дизайна занимался успешный архитектор Анатолий Анненков, получивший известность после работ в Никитском ботаническом саду и некоторых санаторных комплексах. Благодаря его таланту и настойчивости территория парка «Айвазовское» превратилась в уникальный памятник садово-паркового искусства. Сейчас тут насчитывается около 300 видов разнообразных растений, привезенных со всех уголков мира [1].

На склонах, окружающих парк, расположено несколько корпусов лечебно-оздоровительного комплекса. Создатели парка воплощали главную идею – им хотелось показать вехи в истории Крыма, начиная с античных времен.

Для создания художественных образов использовались архитектурные и скульптурные композиции. Любуясь ими, можно в своем воображении перенестись на несколько веков в прошлое.

У главного входа расположена скульптура легендарного художника Айвазовского. Маринист отображен с палитрой и кистями в руках, оно будто собирается писать очередной пейзаж. Затем идет лестница искусств, ее также называют тропой Раевского, памятник которому можно увидеть, если спуститься ниже. На ступенях выгравированы цитаты из стихотворений А. Пушкина, а неподалеку журчит искусственный ручей.

Парковая зона тянется к морю и вдоль него. Здесь все продуманно композиционно, выглядит гармонично и невероятно эстетично.

Для усиления впечатления от ландшафтных композиций парка «Айвазовское», было решено поделить территорию на отдельные зоны и придать им оригинальный вид, сделав акцент на определенной тематике. Особого внимания заслуживают искусно оформленные сады: японский; пейзажный; мексиканский; террасный; «Весна»; гортензий, ароматов и рододендронов, а также «Оливковая» и «Кипарисовая» рощи.

**Цель исследования** анализ древесно-кустарниковых растений в разных ландшафтных районах парка Айвазовского, их видового состава и санитарного состояния.

**Материалы и методы исследования.** Территория парка разделена на ряд композиционно связанных друг с другом ландшафтных районов (табл. 1): Японский, Пейзажный, Мексиканский, Террасный, «Весна», Гортензий, Ароматов, Рододендронов, Оливковая роща, Кипарисовая роща и другие

Таблица 1. Ландшафтные районы парка Айвазовского

№ п/п	Ландшафтные районы	Общая площадь	
		га	%
1	Японский	1,0	4,0
2	Пейзажный	1,0	4,0
3	Мексиканский	1,0	4,0
4	Террасный	2,0	8,0
5	«Весна»	1,0	4,0
6	Гортензий	1,5	6,0
7	Ароматов	2,0	8,0
8	Рододендронов	1,5	6,0
9	Оливковая роща	2,5	10,0
10	Кипарисовая роща	2,5	10,0
Всего		25 га	100%

Ландшафтные районы отличаются по площади и видовому составу, но в общем очень целостно связаны между собой. В десяти ландшафтных районах нами проведен анализ древесно-кустарниковых насаждений. Для определения видового состава растений использовали определители [3,4].

Санитарное состояние деревьев определяли по внешним признакам растений согласно шкале, разработанной Управлением садово-паркового хозяйства Санкт-Петербурга (табл. 2) [4].

Таблица 2. Оценка санитарного состояния деревьев по их внешним признакам

Санитарное состояние	Внешние признаки
Хорошее	Деревья здоровые, нормально развитые, признаков болезней и вредителей нет; повреждение ствола и скелетных ветвей, ран дупел нет
Удовлетворительное	Деревья здоровые, но с замедленным ростом, неравномерно развитой кроной, недостаточно облиственные, с наличием незначительных повреждений и небольших дупел.
Неудовлетворительное	Деревья сильно ослабленные, ствол искривлен, крона слабо развита, наличие усыхающих или усохших ветвей, прирост однолетних побегов незначительный, суховершинность, значительные механические повреждения ствола, имеются дупла.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Обследование парка Айвазовского показало, что примерно на 30% парка произрастают лесные массивы, на 65% площади

древесно-кустарниковая растительность, которая несет декоративный характер. Остальную территорию парка занимает цветочное оформление и газоны, то есть полностью открытые пространства без деревьев и кустарников. Растительность парка очень разнообразна и представлена почти трехстами видов деревьев, кустарников и цветочных культур.

Распределение суммарного количества видов по ландшафтным районам парка Айвазовского представлено в таблице 3. Количество древесно-кустарниковых видов колеблется от 10 до 28 видов. Наибольшее количества видов, отмечено в Пейзажном саду – 28. Близок к нему по числу деревьев и кустарников район Кипарисовой рощи. По 22-23 вида произрастают в ландшафтных районах «Весна» и в саду «Ароматов». Средняя величина количества видов имеет «Японский сад», «Террасный сад», сад «Рододендронов» и «Гортензий». В ландшафтных районах «Мексиканский» и «Оливковая роща» число видов деревьев и кустарников колеблется от 7 до 10.

Таблица 3. Количество видов древесно-кустарниковых пород в ландшафтах парка Айвазовского

Ландшафтные районы (сады)	Количество видов, штук	Санитарное состояние
Японский	16	Хорошее
Пейзажный	28	Удовлетворительное
Мексиканский	7	Удовлетворительное
Террасный	17	Хорошее
«Весна»	22	Хорошее
Гортензий	17	Хорошее
Ароматов	23	Хорошее
Рододендронов	18	Хорошее
Оливковая роща	10	Удовлетворительное
Кипарисовая роща	25	Хорошее

В процессе исследования проведена оценка санитарного состояния насаждений парка путем группировки растений (деревья и кустарники). Деревья и кустарники, имеющие хорошее состояние составляет не менее 70%, удовлетворительное – до 30%. На состояние насаждений влияет близость расположения частного сектора жилых районов, а также круглосуточная активность населения в процессе отдыха на привлекательных и доступных участках парка. На ослабление деревьев также влияет уплотнение почвы и повреждение стволов деревьев и кустарников отдыхающими [5].

При анализе древесно-кустарниковых растений в ландшафтах парка Айвазовского были выделены виды, представляющие наибольшей интерес. Они представлены в таблице 4. Эти экзотические виды обычно используются для повышения эстетического восприятия территории, обычно в центрах рекреации парка. Из древесных пород – это в основном семейство Араукариевые и Сосновые. Доминирующими видами парка является: кедр атласский, сосна Палласа, сосна горная, араукария чилийская, воллемия благородная. В настоящее время в парке представлены оригинальные виды кустарников: лагестремия

индийская, керрия японская, текома прямостоячая, кальвия широколиственная, цианотус, лиловая гортензия – мини Макс и другие.

Таблица 4. Список древесно-кустарниковых видов, представляющих наибольший интерес в парке Айвазовского

Семейство	Русское название	Латинское название
Ауракариевые ( <i>Araucariaceae</i> )	Воллемия благородная	<i>Wollemia nobilis</i>
	Араукария чилийская	<i>Araucaria araucana</i>
Сосновые ( <i>Pinaceae</i> )	Кедр атласский	<i>Cedrus atlantica</i>
	Сосна Палласа	<i>Pinus pallasiana</i>
	Сосна горная	<i>Pinus mugo</i>
Кипарисовых ( <i>Cupressaceae</i> )	Туя западная	<i>Thuja occidentalis</i>
Дербенниковые ( <i>Lythraceae</i> )	Лагестремия индийская	<i>Lagerstroemia indica</i>
Гортензиевые ( <i>Hydrangeaceae</i> )	Гортензия – мини Макс лиловая	<i>Lilae hydrangea mini Max</i>
Розовые ( <i>Rosaceae</i> )	Керрия японская	<i>Kerria japonica.</i>
Бигнониевые ( <i>Bignoniaceae</i> )	Текома прямостоячая	<i>Tecoma stans</i>
Крушиновидных ( <i>Rhamnaceae</i> )	Цианотус или Краснокоренник	<i>Ceanothus</i>
Вересковые ( <i>Ericaceae</i> )	Кальвия широколиственнная	<i>Kalmia latifolia</i>
Буковые ( <i>Fagaceae</i> )	Бук восточный	<i>Fagus orientalis</i>
	Дуб красный	<i>Quercus rubra</i>
Берёзовые ( <i>Betulaceae</i> )	Граб обыкновенный	<i>Carpinus betulus</i>

Самое редкое растения представленное в парке – Воллемия благородная. Это хвойное дерево из семейства Ауракариевые, распространенное в эпоху ящероногих динозавров одновременно с саговниковыми. Долгое время считалось вымершим и было обнаружено только в 1994 году. С 2005 года эти растения разводят и высаживают в ботанических садах субтропического пояса.

### Заключение

Анализ древесно-кустарниковых растений в ландшафтах парка Айвазовского «Парадиз» показал, что они очень богаты древесно-кустарниковыми видами. Выделены отдельные ландшафтные районы или сады отличаются как своей площадью, так и количеством видов деревьев и кустарников, а также их санитарным состоянием. Установлены отдельные виды из разных ландшафтных районов, представляющих наибольший интерес в озеленении, а также экзотические виды, которые можно вводить в ассортимент для повышения эстетического восприятия. Работы по обследованию парка Айвазовского будут продолжены.



### Список литературы

1. Алексеев А.С., Трейфельд Р.Ф., Григорьева С.О. Оценка растительного разнообразия лесных экосистем. На примере Карельского перешейка Ленинградской области. СПб.: АРТ Юнион, 2002, 72 с.
2. Пяткова С.В., Горшкова Т.А., Сынзыныс Б.И. Экосистемное нормирование. учеб. пособие. Обинск: ИАЕЭ, 2007. 66 с.
3. Соколов С.Я., Связева О.А., Кубли В.А. Ареалы деревьев и кустарников СССР: в 3 т. Т. 1. Л.: Наука, 1997. 164 с.
4. Geesink R. Leeuwenberg A.J.M. Ridsdale C.E. Veldkamp J.F. Thonners Analytical Key to the Families of Flowering Plants. Hague; Boston; London; Leiden University Press, 1981. 231 p.
5. Shannon C.E., Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. USA: University of Illinois Press, 1963. 125 p.

### References

1. Alekseev A.S., Treyfeld R.F. Grigorieva S.O. Assessment of plant diversity of forest ecosystems. Using the example of the Karelian Isthmus of the Leningrad Region. St. Petersburg: ART Union, 2002, 72 p.
2. Pyatkova S.V., Gorshkova T.A., Synzynys B.I. Ecosystem rationing. textbook allowance. Obinsk: IAEE, 2007. 66 p.
3. Sokolov S.Ya., Svyazeva O.A., Kubli V.A. Areas of trees and shrubs of the USSR: in 3 volumes. T. 1. L.: Nauka, 1997. 164 p.
4. Geesink R. Leeuwenberg A.J.M. Ridsdale C.E. Veldkamp J.F. Thonners Analytical Key to the Families of Flowering Plants. Hague; Boston; London; Leiden University Press, 1981. 231 p.
5. Shannon C.E., Weaver W. The Mathematical Theory of Communication. USA: University of Illinois Press, 1963. 125 p.

## БЛАГОУСТРОЙСТВО И ОЗЕЛЕНЕНИЕ НИЖНЕДЕВИЦКОГО ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАРКА (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В.Т. Попова, А.Н. Цепляев, А.Ю. Кислянских

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

**Аннотация.** Проведен анализ благоустройства и озеленения сельского парка в Нижнедевицке. Парк расположен в центре Воронежской области. Выделены функциональные зоны, их площадь, оборудование. В разных зонах парка определены виды деревьев и кустарников, их количество, а также общее санитарное состояние. Установлено, что в ассортименте парка преобладают лиственные породы. Дается рекомендация по увеличению разнообразия ассортимента древесно-кустарниковых пород и типов парковых насаждений с целью улучшения архитектурно-ландшафтной композиции парка.

**Ключевые слова:** парк, насаждение, биоразнообразие, функциональные зоны, санитарное состояние деревьев.

## LANDSCAPING AND LANDSCAPING OF NIZHNEDEVITSKY CENTRAL PARK (VORONEZH REGION)

V.T. Popova, A.N. Tseplyaev, A.Y. Kislyanskih

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract.** An analysis of the improvement and landscaping of a rural park in Nizhnedevitsk was carried out. The park is located in the center of the Voronezh region. Functional zones, their area, and equipment are identified. In different zones of the park, the types of trees and shrubs, their number, as well as the general sanitary condition are determined. It has been established that the assortment of the park is dominated by deciduous species. A recommendation is given to increase the diversity of the range of trees and shrubs and types of park plantings in order to increase the architectural and landscape composition of the park.

**Keywords:** park, planting, biodiversity, functional zones, sanitary condition of trees.

## **Введение**

Нижедевицк – село в России, административный центр Нижедевицкого района Воронежской области, а также Нижедевицкого сельского поселения.

Ранее было уездным городом Воронежской губернии.

Нижедевицкий район находится на северо-западе Воронежской области, на расстоянии 60 километров от областного центра. Районный центр – село Нижедевицк. Территория района расположена на Средне-Русской возвышенности. По природному районированию Воронежской области она относится, в целом, к лесостепной провинции данной возвышенности. Климат района можно характеризовать как умеренно-континентальный с холодной зимой и теплым летом. В целом рельеф района не препятствует механической обработке земель, но значительная изрезанность территории речной и овражно-балочной сетью, затрудняет использование сельхозугодий, требует применения различных противоэрозионных мероприятий. Площадь района составляет 1,2 тыс. квадратных километров.

Село Нижедевицк известен тем, что в нем встретилось уникальное сочетание красивейшей природы с местами отдыха на свежем воздухе для прогулок с семьей, детьми, родителями, девушкой или парнем. И среди первых особенной популярностью пользуется местный – Центральный парк. Экоотдых, как теперь принято называть, красочен и разнообразен. Ни одного местного жителя или туриста не оставят равнодушным это по-настоящему замечательное место.

Парки – это не только прекрасные места для отдыха и развлечений, но и важные элементы городской инфраструктуры. Они играют немаловажную роль в жизни горожан, обеспечивая им возможность наслаждаться природой, проводить время на свежем воздухе и вести здоровый образ жизни. Парки с их зелеными зонами являются своего рода оазисами в суете и шуме города, местами, где можно отдохнуть от городских проблем и насладиться красотой природы.

Однако парки значительно больше, чем просто уголки природы среди городской суеты. Они играют важную роль в поддержании экологического баланса города, а значит, влияют на качество жизни его жителей. Зеленые зоны парков способствуют улучшению атмосферного воздуха, поглощают вредные выбросы автотранспорта и промышленности, выделяют кислород, а также уменьшают уровень шума и пыли в городе.

Кроме того, парки являются уникальными экосистемами, которые способствуют сохранению и развитию растительного и животного мира. Они представляют собой целые биологические системы, где проживают различные виды растений, животных и птиц. Благодаря паркам сохраняется биоразнообразие и создаются условия для существования редких и охраняемых видов, а также для миграции птиц и животных.

**Цель исследования** обследование Нижедевицкого Центрального парка с целью инвентаризации оборудования, насаждений и определение видового состава древесно-кустарниковых насаждений, а также их санитарного состояния.

**Материалы и методы исследования.** Нижедевицкий Центральный парк расположен в селе Нижедевицк Нижедевицкого района Воронежской области. Общая площадь парка составляет 1,6 га. Парк создан в конце XX века.

Территория парка разделена на отдельные функциональные зоны: зона культурно-массовых мероприятий, зона тихого отдыха, детская зона, спортивная зона и хозяйственная зона (таблица 1).

Таблица 1. Основные функциональные зоны Центрального парка (с. Нижнедевицк, Воронежская область

Функциональные зоны	Площадь, га	%
Зона культурно-массовых мероприятий	0,32	20,0
Зона тихого отдыха	0,98	61,3
Детская зона	0,12	7,5
Спортивная зона	0,16	10,2
Хозяйственная зона	0,2	1,0
Всего	1,6 га	100 %

**Результаты и обсуждение.** Более 60 % общей территории занимает зона тихого отдыха, почти 20 % приходится на зону культурно-массовых мероприятий, спортивная и детская зона занимают соответственно 10,2 % и 7,5 %. На долю хозяйственной зоны отводится всего около 1 %.

Функциональные зоны отличаются не только по площади, но и по видовому составу. Растения целостно связаны между собой. Видовой состав древесно-кустарниковых насаждений определяли, используя специальную литературу [3].

Санитарное состояние деревьев и кустарников определяли по внешним признакам растений [4]. Оценка их приведена в таблице 2.

Таблица 2. Оценка санитарного состояния деревьев по их внешним признакам

Санитарное состояние	Внешние признаки
Хорошее	Деревья здоровые, нормально развитые, признаков болезней и вредителей нет; повреждение ствола и скелетных ветвей, ран дупел нет
Удовлетворительное	Деревья здоровые, но с замедленным ростом, неравномерно развитой кроной, недостаточно облиственные, с наличием незначительных повреждений и небольших дупел
Неудовлетворительное	Деревья сильно ослабленные, ствол искривлен, крона слабо развита, наличие усыхающих или усохших ветвей, прирост однолетних побегов незначительный, суховершинность, значительные механические повреждения ствола, имеются дупла

На входе в зону культурно-массовых мероприятий располагается гипсовая скульптура девушки с колосьями пшеницы. Нижнедевицкий район славится именно пшеницей, которая изображена также на гербе Нижнедевицкого района.

В зоне культурно-массовых мероприятий широкие дороги с чётко направленными аллеями, здание летнего кинотеатра, где иногда проводится лекции и выставки. Летом может функционировать танцевальная площадка.

Спортивная зона – ведущее место по значению и площади занимает стадион с трибуной для зрителей, т.е. включает футбольное поле и площадки для баскетбола и волейбола.

Детская зона располагается самостоятельной территорией. Это территория полуоткрытого ландшафта с наличием открытых лужаек, горок, качелей и каруселей.

Зона тихого отдыха – это самая благоприятная в эстетическом плане среда парка. Прогулочные аллеи с интересными видовыми точками. Павильоны, бассейн, который оздоравливает и обогащает ландшафт, образуя живописные пейзажи открытых и полуоткрытых пространств.

Имеется дорожка для велосипедов.

Площадь хозяйственной зоны самая маленькая и она частично изолирована.

На территории парка имеется периметральная защитная полоса примерно 10 м со входами.

Защитная полоса, кроме выполнения утилитарных функций является важным композиционным средством визуально расширяющим внутреннее пространство парка.

Отдельно по функциональным зонам было учтено число видов древесно-кустарниковых насаждений, которые представлены в таблице 3. Наибольшее количество видов в зоне тихого отдыха (7 видов), зоне культурного массового отдыха число видов снижается до 5, а в детской и спортивной зонах до 2-3 видов.

Проведённая оценка санитарного состояния насаждения парка, как деревьев так и кустарников показала, что в основном их состояние удовлетворительное – более 60% и 40% имеют хороший санитарное состояние. На санитарное состояние оказывает большее влияние активность населения и отдыхающих.

Таблица 3. Число древесно-кустарниковых видов по зонам и их санитарное состояние

Функциональные зоны	Число видов, шт.	Санитарное состояние
Зону культурно-массовых мероприятий	8	Хорошее
Зона тихого отдыха	7	Удовлетворительное
Детская зона	3	Хорошее
Спортивная зона	2	Удовлетворительное
Хозяйственная зона	1	Удовлетворительное

Таблица 4. Ассортимент древесно-кустарниковых видов в Нижнедевицком Центральном парке

Семейство	Русское название	Латинское название
Сосновые	Ель колючая	<i>Picea pungens</i>
Кипарисовые	Туя западная	<i>Thuja occidentalis</i>
	Можжевельник казацкий	<i>Juniperus sabina</i>
Березовые	Береза бородавчатая	<i>Betula pendula</i>
Ивовые	Тополь бальзамический	<i>Populus balsamifera</i>
Розоцветные	Ирга круглолистная	<i>Amelanchier ovalis</i>
Кленовые	Клен остролистный	<i>Acer platanoides</i>

Инвентаризация древесно-кустарниковых насаждений показала, что в общем ассортимент растений в парке довольно скромный (таблица 4). Доминирующим растением являются - ель колючая как самый декоративный вид. Из лиственных пород преобладает тополь бальзамический, клён остролистный и берёза бородавчатая. Из хвойных в центральной части парка туя западная и можжевельник казацкий. В Нижнедевицком парке представлены следующие типы парковых насаждений – рядовые посадки, аллеи, группы и солитер – ель колючая. Изредка встречается цветочное оформление в виде рабаток и клумбы. В качестве цветочного ассортимента используется как многолетние растения – ромашки, георгины, так и однолетники – петуния, бархатцы, эшшольция.

### Заключение

Обследование Нижнедевицкого Центрального парка Воронежской области показало, что в нём присутствует все функциональные зоны, предусмотренные в парках. Имеется соответствующее оборудование. Анализ видового состава древесно-кустарниковых насаждений и их санитарного состояния позволил сделать вывод об удовлетворительном состоянии насаждений, однако ассортимент как и деревьев, так и кустарников желательно расширить. Предлагаем в состав насаждения ввести больше кустарников как лиственных, так и хвойных пород, чтобы улучшить декоративный и эстетический вид парка. В качестве живой изгороди хорошо будут смотреться насаждения из спиреи – средней, Вангута, сереющей. Можно включить в ассортимент парка – кизильник блестящий, магонию падуболистную и разные виды барбариса.

### Список литературы

1. Пяткова С.В., Горшкова Т.А., Сынзыныс Б.И. Экосистемное нормирование. учеб. пособие. Обинск: ИАЕЭ, 2007. 66 с.
2. Соколов С.Я., Связева О.А., Кубли В.А. Ареалы деревьев и кустарников СССР: в 3 т. Т. 1. Л.: Наука, 1997. 164 с.
3. Конозян В.Ф. Оценка видового состава древесных растений в ландшафтах Павловского парка. Санкт-Петербург. Лесной журнал, 2017, № 5, с. 82-89.

4. McIntosh R.P. Matrix and Plexus Techniques. Handbook of Vegetation Science. Vol. 5. Ordination and Classification of Communities / ed. by R.H. Whittaker. The Hague, 1978. Pp. 153-221.

### References

1. Pyatkova S.V., Gorshkova T.A., Synzynys B.I. Ecosystem rationing. textbook allowance. Obinsk: IAEE, 2007. 66 p.

2. Sokolov S.Ya., Svyazeva O.A., Kubli V.A. Areas of trees and shrubs of the USSR: in 3 volumes. T. 1. L.: Nauka, 1997. 164 p.

3. Konozyan V.F. Assessment of the species composition of woody plants in the landscapes of Pavlovsky Park. Saint Petersburg. Forest Journal, 2017, No. 5, p. 82-89.

4. McIntosh R.P. Matrix and Plexus Techniques. Handbook of Vegetation Science. Vol. 5. Ordination and Classification of Communities / ed. by R.H. Whittaker. The Hague, 1978. Pp. 153-221.

**ВЛИЯНИЕ СОЛЕВОГО СТРЕССА НА КАТАЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ  
γ-ГИДРОКСИБУТИРАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ В ЛИСТЬЯХ КУКУРУЗЫ  
ZEA MAYS L.**

Е.В. Плотникова, Г.Б. Анохина, А.Т. Епринцев

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Засоление почвы является одной из основных проблем сельского хозяйства, оно оказывает значительное воздействие на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Повышенное содержание солей в почве приводит к увеличению осмотического давления, что затрудняет поступление воды и питательных веществ в растение. Это приводит к изменению метаболизма растений, в частности, нарушается функционирование цикла Кребса, который является основным источником энергии для роста растений. Кроме того, засоление почвы влияет на функционирование ГАМК-шунта, который играет важную роль в регуляции стрессовых реакций у растений. Важную роль в адаптации растений к абиотическим стрессам играет фермент  $\gamma$  – гидроксibuтиратдегидрогеназа. К сожалению, на данный момент функционирование данного энзима в растительной клетке малоизучено. В связи с этим нами было изучено влияние солевого стресса на ферментативную активность ГБДГ в листьях проростков кукурузы. Было показано воздействие засоления индуцирует активность ГБДГ в листьях кукурузы начиная с первого часа инкубации в стрессовой среде.

**Ключевые слова:**  $\gamma$ -гидроксibuтиратдегидрогеназа, солевой стресс, кукуруза, ГАМК-шунт, ферментативная активность

**THE EFFECT OF SALT STRESS ON THE CATALYTIC ACTIVITY  
OF  $\gamma$ -HYDROXYBUTYRATE DEHYDROGENASE IN THE LEAVES  
OF MAIZE ZEA MAYS L.**

E.V. Plotnikova, G.B. Anokhina, A.T. Eprintsev

*Voronezh state university, Voronezh, Russia*

**Abstract.** Soil salinity is one of the main problems in agriculture, and it has a significant impact on the growth and development of agricultural crops. High salt content in the soil leads to increased osmotic pressure, which hinders the uptake of water and nutrients by the plant. This leads to changes in plant metabolism, in particular, disrupting the functioning of the Krebs cycle, which is



the main source of energy for plant growth. In addition, soil salinity affects the functioning of the GABA-shunt, which plays an important role in regulating stress responses in plants. The enzyme  $\gamma$ -hydroxybutyrate dehydrogenase (GBDH) plays an important role in the adaptation of plants to abiotic stresses. Unfortunately, the functioning of this enzyme in plant cells is still poorly understood. Therefore, we studied the effect of salt stress on the enzymatic activity of GBDH in the leaves of corn seedlings. It was shown that salt stress induces GBDH activity in the leaves of corn starting from the first hour of incubation in the stressful environment.

**Keywords:**  $\gamma$ -hydroxybutyrate dehydrogenase, salt stress, maize, GABA-shunt, enzymatic activity

### Введение

Одной из самых распространенных проблем, влияющих на мировое сельское хозяйство, является засоление. Высокие уровни солей в почве могут привести к тому, что растения не смогут нормально поглощать воду и питательные вещества, что приведет к замедлению их роста и развития, нарушению биохимических процессов в клетке, которые могут вызвать гибель растения.

Кукуруза является культурой, которая требует большого количества воды, поэтому засоленные почвы могут серьезно угрожать её урожайности. При этом, засоление может повлиять на содержание минеральных элементов в растениях, что отразится на их качестве и питательной ценности.

В условиях засоления происходит сбой в работе цикла Кребса – основного компонента дыхательного метаболизма растений [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. При этом в клетке начинает функционировать компенсаторный механизм – шунт  $\gamma$ -аминомасляной кислоты (ГАМК-шунт).

ГАМК – широко распространённая среди всех живых организмов небелковая аминокислота. ГАМК играет важную роль в жизнедеятельности высших растений: участвует в регуляции фотосинтеза, роста, развития, а также ответа на стрессовые воздействия.

Метаболизм ГАМК осуществляется по особому короткому пути известному как ГАМК-шунт, который обходит две реакции цикла Кребса.

Янтарная полуальдегиддегидрогеназа (ССАДГ, 1.2.2.16) является ключевым ферментом ГАМК-шунта. Однако в условиях продолжительного дефицита кислорода данный фермент перестает функционировать, что приводит к возникновению ряда метаболических реакций.

Для детоксикации янтарного полуальдегида и обеспечения функционирования растительной клетки существует альтернативный путь, включающий фермент  $\gamma$ -гидроксибутиратдегидрогеназу – фермент класса оксидоредуктаз (ГБДГ, КФ 1.1.1.61), катализирующий реакцию превращения  $\gamma$ -гидроксибутирата до сукцинилового полуальдегида, при этом  $\text{NAD}^+$  восстанавливается до НАДН.

У растений гамма-гидроксибутиратдегидрогеназа играет ключевую роль в преобразовании янтарного полуальдегида, полученного из ГАМК, до ГОМК в условиях абиотического стресса.

**Целью исследования** было изучить влияние засоления на ферментативную активность  $\gamma$ -гидроксibuтиратдегидрогеназы в листьях проростков кукурузы *in vivo*.

**Материал и методы исследования.** Основными объектами исследования были 14-дневные проростки кукурузы сорта Воронежская-76 (*Zea mays* L.), выращенные гидропонным способом в климатической камере "LabTech" (Корея) при десятичасовом световом дне. Интенсивность освещения составляла 25 Вт/м<sup>2</sup>, температура окружающей среды – 25°C.

В ходе эксперимента у растений вызывали солевой стресс путем инкубации в солевом растворе в течение 24 часов. Раствор для инкубации содержал 150 мМ хлорида натрия (NaCl) и был заменен водой на тот же период времени в контрольной группе. Корневая система у растений в контрольной и экспериментальной группах была удалена.

Исследование включало отбор проб до начала инкубации (0) и через 1, 3, 6, 12 и 24 часа после начала эксперимента.

Активность  $\gamma$ -гидроксibuтиратдегидрогеназы в исследуемых образцах определяли по скорости образования НАДН при длине волны 340нм с помощью спектрофотометра Evolution 260 Bio (Thermo Fisher Scientific, США) при 25°C. Среда спектрофотометрирования представляла собой раствор, содержащий 16 мМ гидроксibuтирата натрия (Sigma Aldrich, США), 1 мМ НАД<sup>+</sup>, 100 мМ Tris–HCl буфер (pH 9.0). Реакцию инициировали добавлением ферментного препарата. Контролем служила среда спектрофотометрирования без добавления препарата фермента.

За единицу активности фермента принимали количество фермента, преобразующего 1 мкмоль субстрата за 1 мин при оптимальном pH и температуре 25 °C.

Эксперимент проводили в 3-4-кратных биологических повторностях, аналитическое определение каждого образца проводили также три раза. Для статистического анализа полученных данных использовали программу STATISTICA 12.0.

Количественные параметры оценивали на соответствие нормальному распределению с использованием критерия Шапиро-Уилка. Графически результаты выражали как среднее значение  $\pm$  стандартная ошибка среднего (SEM). Для анализа различий использовали критерий Стьюдента и однофакторный дисперсионный анализ. Различия, представленные в статье, являются статистически значимыми ( $p \leq 0,05$ ).

**Результаты исследования и их обсуждение.** В результате данного эксперимента было обнаружено, что ферментативная активность ГБДГ увеличивалась при инкубации проростков кукурузы в растворе хлорида натрия (рис. 1).

Результаты показали, что активность фермента увеличилась в три раза в первый час действия солевого стресса и оставалась выше контрольного значения, хотя в последующие часы она снижалась. Начиная с 12-го часа засоления активность ГБДГ возрастала вторично и достигла максимума на 24-м часу эксперимента. При этом показатель общей активности исследуемых ферментов был в 10 раз выше контрольного значения.

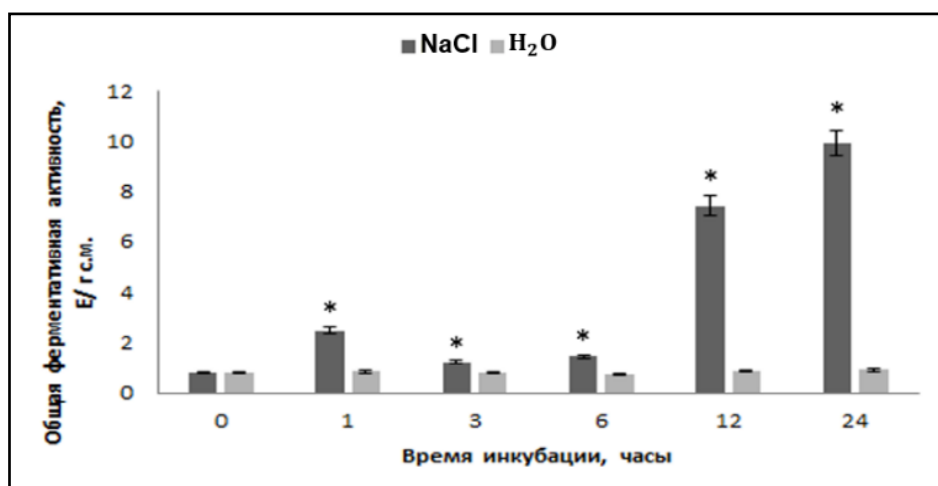


Рисунок 1 – Динамика общей ферментативной активности  $\gamma$ -гидроксибутиратдегидрогеназы в листьях кукурузы в условиях действия солевого стресса. NaCl – опытная группа, H<sub>2</sub>O – контрольная группа. Различия между значениями контрольной и опытной группы статистически достоверны ( $p \leq 0.05$ )

### Заключение

Таким образом, в результате эксперимента было показано, что в листьях кукурузы в условиях засоления наблюдается увеличение активности гамма-гидроксибутиратдегидрогеназы с первого часа инкубации проростков в растворе NaCl. Максимальная активность фермента наблюдалась через 24 часа инкубации и составляла 5,6 Е/г с.м. Такой механизм ответной реакции на солевой стресс, вероятно, связан с переключением потока янтарного полуальдегида для поддержания жизнедеятельности и адаптации к стрессору.

### Список литературы

1. Анохина Г. Б. и др. Влияние солевого стресса на функционирование 2-оксоглутаратдегидрогеназного комплекса кукурузы (*Zea mays* L.) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2019. – №. 3. – С. 26-33.
2. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высш. шк., 1990. – 351с.
3. Zar J. H. Biostatistical analysis. – Pearson Education India, 1999.
4. Breitzkreuz K. E. et al. A novel  $\gamma$ -hydroxybutyrate dehydrogenase: identification and expression of an Arabidopsis cDNA and potential role under oxygen deficiency //Journal of Biological Chemistry. – 2003. – Т. 278. – №. 42. – С. 41552-41556.
5. Fait A., Yellin A., Fromm H. GABA and GHB neurotransmitters in plants and animals // Communication in plants: Neuronal aspects of plant life. – 2006. – С. 171-185
6. Ji J. et al. Roles of  $\gamma$ -aminobutyric acid on salinity-responsive genes at transcriptomic level in poplar: Involving in abscisic acid and ethylene-signalling pathways //Planta. – 2018. – Т. 248. – С. 675-690.

7. Taxon E. S., Halbers L. P., Parsons S. M. Kinetics aspects of Gamma-hydroxybutyrate dehydrogenase //Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics. – 2020. – T. 1868. – №. 5. – C. 140376.

### References

1. Anokhina G. B. et al. The influence of salt stress on the functioning of the 2-oxoglutarate dehydrogenase complex of corn (*Zea mays* L.) // Bulletin of Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy. – 2019. – No. 3. – pp. 26-33.
2. Lakin G. F. biometrics. - Publishing house "Higher School", 1990. - P. 352-352.
3. Zar J. H. Biostatistical analysis. – Pearson Education India, 1999.
4. Breitzkreuz K. E. et al. A novel  $\gamma$ -hydroxybutyrate dehydrogenase: identification and expression of an Arabidopsis cDNA and potential role under oxygen deficiency // Journal of Biological Chemistry. – 2003. – T. 278. – №. 42. – C. 41552-41556.
5. Fait A., Yellin A., Fromm H. GABA and GHB neurotransmitters in plants and animals //Communication in plants: Neuronal aspects of plant life. – 2006. – C. 171-185
6. Ji J. et al. Roles of  $\gamma$ -aminobutyric acid on salinity-responsive genes at transcriptomic level in poplar: Involving in abscisic acid and ethylene-signalling pathways //Planta. – 2018. – T. 248. – C. 675-690.
7. Taxon E. S., Halbers L. P., Parsons S. M. Kinetics aspects of Gamma-hydroxybutyrate dehydrogenase //Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Proteins and Proteomics. – 2020. – T. 1868. – №. 5. – C. 140376.

## АДАПТАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Д.С. Степанова, В.А. Савченкова

*Мытищинский филиал Московского государственного  
технического университета имени Н.Э. Баумана, г. Мытищи, Россия*

**Аннотация.** Устьичный аппарат растений и его роль в определении качества атмосферного воздуха, оценка показателей анатомо-физиологических характеристик листьев некоторых пород деревьев, произрастающих в зоне негативного воздействия от предприятия высокого класса опасности, взаимосвязь количественных показателей устьиц и динамики изменения их размеров с уровнем загрязнения воздушного бассейна, определение способности деревьев *Betula pendula* Roth., *Populus balsamifera*, *Acer negundo*, *Acer platanoides* адаптироваться к неблагоприятным условиям окружающей среды. В результате проведенных исследований выявлено, что длина и ширина устьиц зависит от экологических условий произрастания, а количество устьиц на 1 мм<sup>2</sup> возрастает по мере увеличения антропогенной нагрузки. Определение анатомо-морфологических показателей древесной породы примененным в исследовании методом фитоиндикации поможет обеспечить достоверность результатов в области экологического мониторинга. Выявление пород, обладающих наиболее выраженной адаптивной способностью, поможет в выборе ассортимента древесных растений для создания защитных полос и озеленения территорий, подверженных влиянию антропогенных факторов.

**Ключевые слова:** адаптационная способность, анатомо-морфологические характеристики листовой пластины, антропогенная нагрузка, устьичный аппарат растений, фитоиндикация.

## THE ADAPTIVE ABILITY OF SOME WOODY PLANTS GROWING UNDER ANTHROPOGENIC INFLUENCE

D.S. Stepanova, V.A. Savchenkova

*Mytischki Branch of Bauman Moscow State Technical University, Mytischki, Russia*

**Abstract.** Stomatal apparatus of plants and its role in determining the quality of atmospheric air, assessment of indicators of anatomical and physiological characteristics of leaves of some tree species growing in the zone of negative impact from a high-risk enterprise, the relationship of quantitative indicators of stomata and the dynamics of changes in their size with the level of pollution of the air basin, determination of the ability of *Betula pendula* Roth., *Populus balsamifera*, *Acer negundo*, *Acer platanoides* to adapt to adverse environmental conditions. As a result of the conducted research, it was revealed that the length and width of stomata depends on the

environmental conditions of growth, and the number of stomata per 1 mm<sup>2</sup> increases with increasing anthropogenic load. The determination of anatomical and morphological parameters of the tree species by the phytoindication method used in the study will help ensure the reliability of the results in the field of environmental monitoring. The identification of breeds with the most pronounced adaptive ability will help in choosing an assortment of woody plants to create protective strips and landscaping areas affected by anthropogenic factors.

**Keywords:** adaptive ability, anatomical and morphological characteristics of the leaf plate, anthropogenic load, stomatal apparatus of plants, phytoindication.

### **Введение**

Город Москва является одним из самых развивающихся населенных пунктов России. Несмотря на то, что за последние годы большинство крупных предприятий, являющихся источниками загрязнения атмосферы, были закрыты или перенесены за пределы столицы, уровень загрязнения атмосферного воздуха в Юго-Восточном административном округе г. Москвы по-прежнему высок из-за присутствия в них предприятий высокого класса опасности.

Высокая степень загрязнения, присущая крупным городам, приводит к ослаблению зеленых насаждений, снижению их продуктивности, поражению болезнями и вредителями, и в последствии - усыханию и гибели. Важную роль в проявлении устойчивости растений играет устьичный аппарат листьев, с помощью которого происходит газообмен.

Как уже было установлено ранее экспериментальным путем, для устойчивых видов древесных растений характерно большее число устьиц на 1 мм<sup>2</sup> поверхности листа [1], а решающую роль в приспособлении растений к загрязнению атмосферного воздуха состоит в их способности регулировать уровень газообмена путем изменения открытия устьичной щели [7].

Под влиянием промышленных газов уменьшается апертура устьиц в течение дня. Степень подобных нарушений в анатомическом строении ассимиляционных органов зависит от концентрации и токсичности газов, а также длительности их действия и чувствительности видов [2]. «Сгущение» устьиц на единице площади листа является следствием мелкоклеточности эпидермиса, а не новообразования устьиц [8]. По мнению В.С. Николаевского [4], увеличение ксероморфности строения фотосинтезирующих органов растений при действии промышленных газов вызвано подавлением фазы растяжения клеток из-за недостатка ассимилятов (ингибирование фотосинтеза) и, возможно, нарушения гормональной регуляции роста. Многочисленные исследования показывают, что этот показатель можно использовать для диагностики суммарного атмосферного загрязнения.

Исследованиями на территории музея-усадьбы Л.Н. Толстого «Ясная Поляна» (при хроническом загрязнении аммиаком, окислами азота, сероводородом, сернистым газом) показано, что у дуба, березы и липы статистически достоверно увеличивается число устьиц на 1 мм<sup>2</sup> поверхности листа и уменьшаются их размеры [4].

Экспериментально также установлено, что в условиях промышленного города (на примере Кемерово) у деревьев лиственных пород увеличивается число устьиц на 1 мм<sup>2</sup> листовой поверхности, повышается количество закрытых. Увеличение общего количества и

процента закрытых устьиц более выражено у деревьев в районах города, характеризующихся более высокой техногенной нагрузкой, и, следовательно, это явление может рассматриваться как защитная реакция растений на высокое содержание промышленных газов в воздухе.

Таким образом, результаты оценки состояния древесных насаждений в условиях антропогенного загрязнения с использованием анатомо-физиологических характеристик листовых пластинок помогут оценить степень экологического ущерба от предприятий высокого класса опасности.

**Цель исследования** - оценить целесообразность использования некоторых древесных пород в качестве индикатора санитарного состояния окружающей среды на территории Юго-Восточного административного округа г. Москвы (далее – ЮВАО Москвы). Учитывая цель исследования, определена задача, которую необходимо решить: посчитать количество устьиц и изменение их размеров на единицу площади и, сравнив эти показатели с контролем, получить данные, свидетельствующие о состоянии растения и его адаптационной способности в местах повышенного загрязнения атмосферного воздуха.

**Материал и методы исследования.** Четыре пробные площади, на которых проводилось исследование (далее – опытные ПП) были заложены в 2023 г. на границе санитарно-защитной зоны [6] Московского нефтеперерабатывающего завода (МНПЗ), на расстоянии 1,5 км от предполагаемого источника выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также с учетом направления господствующих в Москве северо-западных ветров. Каждая опытная ПП состояла из 12 средневозрастных деревьев четырех пород – *Betula pendula* Roth. (*Betula p.*), *Populus balsamifera* (*Populus b.*), *Acer negundo* (*Acer n.*), *Acer platanoides* (*Acer p.*). Деревья произрастают на расстоянии от 2 до 5 метров друг от друга, их состояние оценено как удовлетворительное.

Контрольная пробная площадь ПП (далее – контрольная ПП) находилась в центральной части Кузьминского лесопарка, на расстоянии 3 км от предполагаемого источника выбросов загрязняющих веществ, с учетом направления господствующих ветров. Древесная растительность на контрольном участке представлена рябиной обыкновенной, осинкой, ясенем обыкновенным, черемухой обыкновенной, кленом ясенелистным, тополем бальзамическим, кленом остролистным, березой повислой, а также подлеском из поросли перечисленных пород. Сомкнутость крон и густоту посадки можно оценить, как средние. Состояние деревьев на контрольной ПП оценено как хорошее.

В качестве модельных деревьев были выбраны 12 деревьев тех же видов, что и на опытных ПП, но в дальнейшем будут исследованы все древесные породы, произрастающие в зоне воздействия МНПЗ в целях определения наилучшей породы-индикатора, а также той, которая обладает выраженной адаптивной способностью.

Объектом исследования явились лиственные породы деревьев - *Betula p.*, *Populus b.*, *Acer n.*, *Acer p.*, являющиеся самыми распространенными и произрастающие в условиях различных природных ценозов и внутригородских территорий ЮВАО Москвы.

Предметом исследования является количественный показатель устьиц листовых пластинок перечисленных пород, а также размеры (ширина и длина) устьичных щелей.

Оценку анатомо-физиологического состояния листовых пластинок исследуемых видов проводили в августе методом, разработанным на основе стандартных методик,

разработанных Николаевским В.С. [3]. Изучение анатомо-физиологических показателей проводилось путем подсчета количества устьиц на  $1 \text{ мм}^2$  с помощью проекционного биологического микроскопа фирмы Reichert. Математическая обработка полученных данных проводилась с помощью пакета Microsoft Office – Microsoft Excel. Для интерпретации полученных результатов использовался корреляционный анализ.

Для анализа на опытных и контрольной ПП использовали средневозрастные растения. Листья брали из нижней части кроны, на уровне поднятой руки, с максимального количества доступных веток (с веток разных направлений, условно - на север, юг, запад, восток) по 10 листьев с каждого дерева на каждом участке. Листья брали примерно одного, среднего для данного вида размера.

Подсчет устьиц проводился в лабораторных условиях по методу отпечатков по Молотковскому. На поверхность листовой пластины был нанесен тонкий мазок бесцветного лака. После испарения растворителя образуется пленка, на которой отпечатывается эпидермис с устьицами. Полученные отпечатки помещались под микроскоп с увеличением в 40 раз, где в дальнейшем определялось количество и размер устьиц, а также измерялась ширина и длина устьичных щелей. 1 мм на поле соответствовал 2,09 мкм (следовательно,  $1 \text{ мм}^2 = 4,37 \text{ мкм}^2$ ). При этом винтом слегка меняли фокусировку, чтобы обнаружить все устьица на рассматриваемом участке. Определяли среднее число устьиц в поле зрения микроскопа, исследовав несколько (3-4) полей зрения в разных участках аппарата. Подсчитывали количество устьиц в световом пятне в трех местах на каждом образце. Диаметр поля составляет 19,3 см, следовательно, площадь поля равна:

$$S = 1/4\pi d^2$$

$$S = 1/4 * 3,14 * 19,3^2$$

$$S = 292,4 \text{ см}^2 = 29240 \text{ мм}^2$$

Площадь образцов в среднем составила:

$$S_{\text{обр}} = 29240 * 3(4) * 4,37 / 1000000 = 0,38-0,51 \text{ мм}^2$$

$$1 \text{ мм} = 2,09 \text{ мкм}, 1 \text{ мм}^2 = 4,37 \text{ мкм}^2$$

**Результаты исследования и их обсуждение.** В настоящих исследованиях были изучены размеры (длина и ширина) и количество устьиц на  $1 \text{ мм}^2$  листовой поверхности, показатели которых могут свидетельствовать о наличии в атмосферном воздухе химических элементов, а также характеризовать степень приспособляемости древесных пород к неблагоприятным экологическим условиям.

По результатам подсчета количества устьиц можно сделать вывод, что в условиях антропогенного воздействия число формируемых на поверхности листа устьиц для исследуемых пород увеличивается по сравнению с контролем (рис. 1).



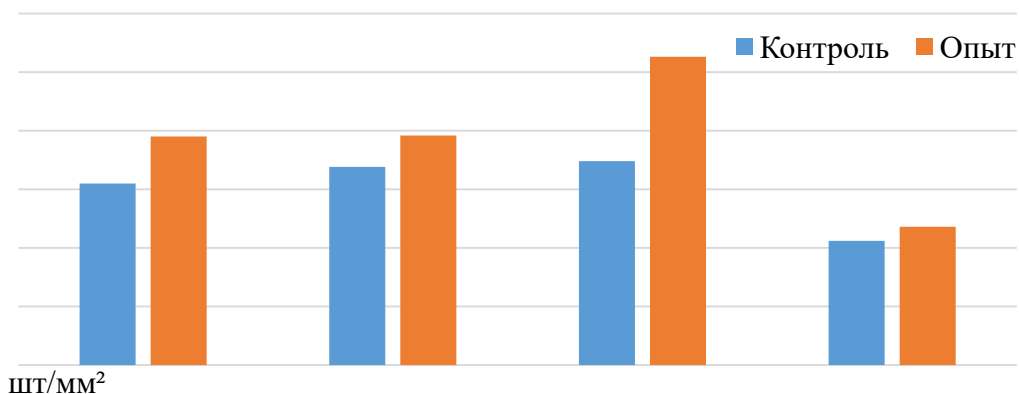


Рисунок 1 – Среднее статистическое количество устьиц исследуемых древесных пород, произрастающих в различных экологических условиях (опытные и контрольная ПП), шт./ мм<sup>2</sup>

Результаты замеров показали, что у всех исследуемых древесных пород на опытных ПП увеличивается количество устьиц на 1 мм<sup>2</sup> листовой поверхности по сравнению с исследуемыми деревьями лесопарковой зоны на контрольной ПП: для *Acer n.* - в 1,3 раза, для *Acer p.* - в 1,2 раза. Максимальное увеличение числа устьиц на 1 мм<sup>2</sup> листовой пластинки (в 1,5 раза) отмечается у *Populus b.*, произрастающего на опытных ПП, что подтверждает общепринятый факт, что данная порода обладает высокой адаптивной способностью. Наименьший количественный показатель (в 1,1 раза) отмечен у *Betula p.* на участках проведения опыта, что может говорить о том, что данная порода плохо реагирует на негативные последствия антропогенной деятельности. Учитывая данную особенность, березу можно использовать в качестве индикатора при анализе флуктуирующей асимметрии листовых пластинок.

В результате проведенных исследований выявлено, что длина и ширина устьиц зависит от условий произрастания (рис. 2). В таблице 1 приведены усредненные статистические данные ширины и длины устьиц.

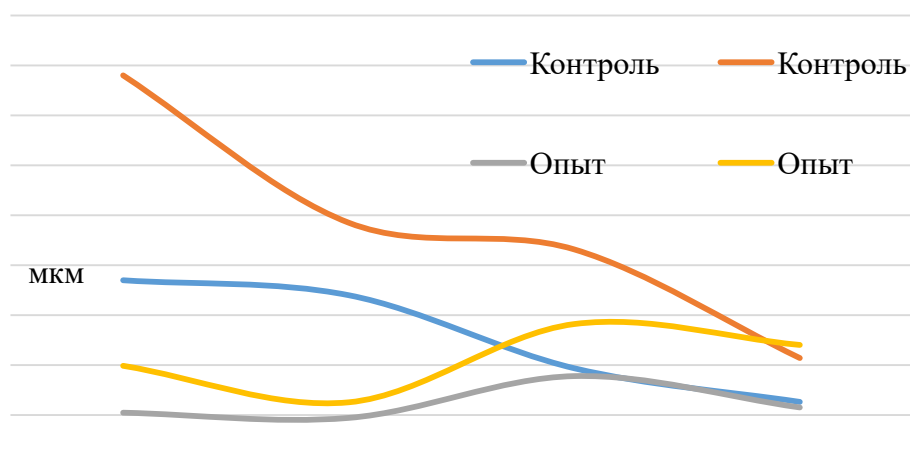


Рисунок 2 – Динамика средних показателей размеров устьиц исследуемых пород в зависимости от экологических условий (опытные и контрольная ПП)

Таблица 1. Сравнительный анализ средних показателей размеров устьиц

Порода	Контроль				Опыт			
	ширина, мкм	средняя ширина, мкм	длина, мкм	средняя длина, мкм	ширина, мкм	средняя ширина, мкм	длина, мкм	средняя длина, мкм
Acer n.	14,0±60,0	37,0	16,0±140,0	78,0	6,3±14,6	10,5	16,7±25,1	19,9
Acer p.	11,0±57,0	34,0	11,0±86,0	48,5	4,2±14,6	9,4	8,4±16,7	12,5
Populus b.	17,3±21,4	19,4	41,2±45,1	43,2	10,5±25,1	17,8	18,8±37,6	28,2
Betula p.	11,0±14,2	12,6	17,0±25,8	21,4	6,3±16,7	11,5	14,6±33,4	24,0

Сравнительный анализ длины и ширины устьиц листьев из разных экологических зон ЮВАО Москвы показал видимое уменьшение их размеров на опытных ПП по сравнению с контрольной ПП, то есть по мере возрастания степени загрязнения воздушной среды. Как уже было установлено ранее экспериментальным путем [4,7], уменьшение апертуры устьиц может рассматриваться как защитная реакция растений на высокое содержание промышленных газов в воздухе [2].

### Заключение

Оценка состояния древесных насаждений в условиях антропогенного загрязнения с использованием анатомо-морфологических характеристик листовых пластинок позволяет оценить степень экологического ущерба от предприятий высокого класса опасности. Определение анатомо-морфологических показателей древесной породы примененным в исследовании методом фитоиндикации поможет обеспечить достоверность результатов в области экологического мониторинга. Выявление пород, обладающих наиболее выраженной адаптивной способностью, поможет в выборе ассортимента древесных растений для создания защитных полос и озеленения территорий, подверженных влиянию антропогенных факторов.

В результате проведенного исследования было вычислено среднее количество устьиц на 1 мм<sup>2</sup> листовой пластинки, а также изменение размеров устьичных щелей в зависимости от экологических условий места произрастания исследуемых древесных пород.

Опытные образцы собраны в зонах с различной степенью воздействия на окружающую среду выбросов предприятия высокого класса опасности с учетом направления господствующих ветров – на границе санитарно-защитной зоны и на удаленном от нее участке лесопарка, где состояние зеленых насаждений оценивается как хорошее.

Исследование показало, что количество устьиц у *Populus b.* на опытных ПП увеличивается в 1,5 раза по сравнению с показателями контроля, а размеры устьичной щели уменьшаются в 1,1-1,5 раза по мере возрастания степени загрязненности воздуха. В то время, как у *Acer n.* и *Acer p.* - в 1,3 и в 1,2 раза соответственно увеличивается количество устьиц на единицу площади на опытном участке по сравнению с контролем, а размеры устьичной щели уменьшаются в 3,5-3,9 раз, что говорит о большей чувствительности листьев клена к загрязнению воздуха.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что в Юго-восточном административном округе г. Москвы, и, в частности, к северо-востоку от Московского нефтеперерабатывающего завода наблюдается изменение анатомо-физиологических характеристик листьев – увеличение количественных показателей устьиц листовых пластин и уменьшение размеров устьичных щелей.

Однако, увеличение количества устьиц на листовой пластинке, как и изменение анатомии листа, следует рассматривать как адаптацию исследуемых пород деревьев к условиям техногенного загрязнения городской среды. Согласно полученным данным, наиболее хорошей адаптивной способностью обладает *Populus b.*, а деревья *Betula p.*, наоборот, плохо приспособляются к неблагоприятным экологическим условиям.

Исследование биоиндикационных показателей древесных растений в зоне воздействия МНПЗ будет продолжено с целью оценки состояния других лесобразующих пород и определения их адаптационной способности.

### Список литературы

1. Беляева, Ю.В. Результаты исследования количества устьиц листовых пластинок *Betula pendula roth.*, произрастающей в условиях антропогенного воздействия (на примере г.о. Тольятти) / Ю.В. Беляева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2015. – Т. 17. – №4. – С. 113 – 115.

2. Неверова О.А. Опыт использования биоиндикаторов в оценке загрязнения окружающей среды = Experience of using bioindicators to estimate the pollution of environment: аналит. обзор / Неверова О. А, Еремеева Н. И. // Гос. публич. науч.-техн. б-ка Сиб. отд-ния Рос. акад. Наук. Ин-т экологии человека. Новосибирск, 2006. – 88 с. – (Сер. Экология. Вып. 80).

3. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. Новосибирск. Наука. 1979. – 280 с.

4. Николаевский, В. С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации / В. С. Николаевский // Мытищи – МГУЛ. 1999. – 193 с.

5. Пирогова Д.В. Адаптация древесных растений к воздействию городской среды / Д.В. Пирогова, Л.Н. Сунцова, Е.М. Иншаков // Хвойные бореальной зоны, XXVI, 2009 - № 2. – С. 222-223.

6. Проектная документация на строительство резервуара нефти РВС №504 объемом 40000 м<sup>3</sup> в АО «Газпромнефть-МНПЗ. Раздел 8. Перечень мероприятий по охране окружающей среды, 0359.00-ООС, Том 8, 2019, ООО «НПК «Волга-Автоматика» – Москва, 2019.

7. Чуваев П. П. Вопросы индустриальной экологии и физиологии растений / П. П. Чуваев, Ю. З. Кулагин, Н. В. Гетко // Наука и техника – Минск, 1973.

8. Фролов, А. К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений в нем / А. К. Фролов // СПб. – Наука, 1998 – 328 с.

## References

1. Belyaeva, Yu.V. The results of a study of the number of stomata of leaf plates of *Betula pendula* roth., growing under conditions of anthropogenic impact (on the example of the city of Tolyatti) / Yu.V. Belyaeva // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2015. – vol. 17. – No.4. – pp. 113 – 115.
2. Neverova O.A. Experience of using bioindicators in environmental pollution assessment = Experience of using bioindicators to estimate the pollution of environment: an analyte. review / Neverova O. A., Ereemeeva N. I. // State Public Scientific and Technical b-ka of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. Sciences'. Human Ecology Institute. Novosibirsk, 2006. – 88 p. – (Ser. Ecology. Issue 80).
3. Nikolaevsky V.S. Biological foundations of plant gas resistance. Novosibirsk. Science. 1979. – 280 p.
4. Nikolaevsky, V. S. Ecological assessment of environmental pollution and the state of terrestrial ecosystems by phytoindication methods / V. S. Nikolaevsky // Mytishchi – MGUL. 1999. – 193 p
5. Pirogova D.V. Adaptation of woody plants to the effects of the urban environment / D.V. Pirogova, L.N. Suntsova, E.M. Inshakov // Coniferous boreal zones, XXVI, 2009 - No. 2. – pp. 222-223.
6. Project documentation for the construction of the RVS oil reservoir No. 504 with a volume of 40,000 m<sup>3</sup> in Gazpromneft-MNPZ JSC. Section 8. List of environmental protection measures, 0359.00-OOS, Volume 8, 2019, NPK Volga-Automatika LLC – Moscow, 2019.
7. Chuvaev P. P. Questions of industrial ecology and plant physiology / P. P. Chuvaev. 3. Kulagin, N. V. Getko // Science and Technology – Minsk, 1973.
8. Frolov, A. K. The environment of a large city and the life of plants in it / A. K. Frolov // St. Petersburg – Nauka, 1998 – 328 p.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. ВОРОНЕЖА МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ

М.Л. Стребков, В.Т. Попова

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

**Аннотация.** В представленной работе на основе многолетних исследований и обобщения обследований березы повислой освещены вопросы современного экологического состояния окружающей среды, в которых не всегда благоприятно не только для человека, но и для всех живых организмов.

Важное значение в городских системах имеют зеленые насаждения, которые выполняют множество важных функций: от насыщения воздуха кислородом до пыли- и шумопоглощения. Являясь частью урбоэкосистем, деревья и другие группы растений в полной мере ощущают негативное влияние городской среды, особенно повышение ПДК.

Современные методы экологического мониторинга позволяют проводить оценку состояния окружающей среды, основываясь на морфологических, анатомических и других изменениях в структуре зеленых организмов, в частности на асимметрии листа.

**Ключевые слова:** динамика, морфологические признаки, величина асимметрии, эколого-биологические особенности, береза.

## ASSESSMENT OF THE STATE OF ENVIRONMENTAL QUALITY IN VORONEZH BY THE BIOINDICATION METHOD

M.L. Strebkov, V.T. Popova

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract.** In the presented work, based on many years of research and generalization of surveys of the hanging birch, the issues of the modern agroecological state of the environment in which it is not always favorable not only for humans, but also for all living organisms are highlighted.

Green spaces are important in urban systems, which perform many important functions: from oxygen saturation of the air to dust and noise absorption. Being a part of urban ecosystems, trees and other plant groups fully feel the negative impact of the urban environment, especially the increase in MPC.

Modern methods of environmental monitoring make it possible to assess the state of the environment based on morphological, anatomical and other changes in the structure of green organisms, in particular leaf asymmetry.

**Keywords:** dynamics, morphological features, the magnitude of asymmetry, ecological and biological features, birch tree.

### **Введение**

Наиболее распространёнными и опасными загрязнителями атмосферного воздуха являются диоксид углерода, оксиды азота и диоксид серы; воды - тяжёлые металлы, пестициды, нитраты и фосфаты; почвы - пестициды, нитраты, сульфаты, хлориды и тяжёлые металлы.

Число загрязняющих веществ неуклонно растёт. Наиболее опасны тяжёлые металлы, содержание которых в почве, воде и продуктах питания всё больше увеличивается. Метод биоиндикации используют для оценки влияния загрязнений и возможном сокращении их негативного влияния [3].

В современном мире существуют оборудование предназначенные для мониторинга окружающей среды, но помимо таких средств существует и метод биоиндикации. Данный метод позволяет оценивать состояние окружающей среды по признакам наличия, отсутствия и особенностям развития организмов-биоиндикаторов. [4].

Растения в городе произрастают в более сложных условиях, чем в диких условиях. Почвенный покров сильно вытоптан, и подвержен промерзанию и часто засорен мусором. Растения получают меньшее количество влаги, а так же меньшее количество питательных веществ. Температура воздуха в условиях города выше в результате действия целого ряда факторов. Из-за загрязненного и запыленного воздуха затруднено получение достаточного количества солнечной радиации. Освещенность городского воздуха ниже.

Озеленение территории положительно сказывается на характеристики городской среды. Такие территории влияют на скорость движения воздуха и его влажность, уровень освещённости поверхности земли, зданий и сооружений, а также снижают шумовую нагрузку [10].

**Методика и методы исследования.** Исследования проводились в г. Воронеже в 2022 г. Были обследованы следующие точки города: парк Танаис, ул. Минская, Придонская роща, территория общежития №6 (ВГЛТУ) и район ВГАУ (факультет ветеринарной медицины). Изучаемые территории расположены в разных районах города и отличаются разным уровнем загрязнения воздушной среды. Это связано с интенсивностью транспортных потоков.

Биоиндикация и биотестирование – две основные группы методов биологического контроля окружающей среды. Присутствие в окружающей среде того или иного загрязнителя определяется методами биоиндикации и биотестирования по наличию или состоянию определённых организмов, наиболее чувствительных к изменению экологической обстановки, т.е. обнаружением и определением биологически значимых антропогенных нагрузок на основе реакции на них живых организмов и их сообществ. Применение биологических методов для оценки среды подразумевает, таким образом, выделение видов животных или растений, чутко реагирующих на тот или иной тип воздействия [1].

Таблица 1. Баллы оценки по внешним признакам качества окружающей среды

Стабильность развития в баллах	Качество среды
1-й балл	Условно нормальное
2-й балл	Начальные (незначительные) отклонения от нормы
3-й балл	Средний уровень отклонений от нормы
4-й балл	Существенные (значительные) отклонения от нормы

**Результат и обсуждения.** Изучение морфологических признаков листьев березы повислой – проводилось используя признаки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2. Морфологические признаки, используемые для оценки стабильности развития березы повислой

Номер признака	Описание
1	Ширина левой и правой половинок листа.
2	Длина жилки второго порядка, второй от основания листа.
3	Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка.
4	Расстояние между концами этих же жилок.
5	Угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

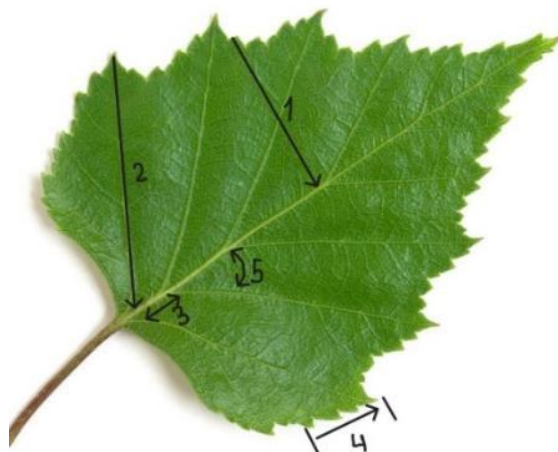


Рисунок 1 – Строение листа

Наши исследования показали, что даже при таких низких концентрациях загрязнения листья березы значительно изменяются по метрическим параметрам, поэтому они могут

быть приняты за индикаторы экологического состояния в различных точках городской среды.

Анализ рассматриваемых признаков листьев объекта исследований в Парке Танаис показал, что максимальное значение асимметрии отмечено для третьего показателя. Также асимметрия достаточно велика для первого показателя. Такое высокое значение показателей асимметрии для этих двух показателей легко объяснимо, так как они оба связаны с первой и второй жилкой первого порядка. Значения показателей для остальных признаков остаются в пределах нормы.

При анализе показателей асимметрии листа на ул. Минской наблюдается схожая картина с парком Танаис. Показатели также достигают максимального значения, но в отличие от парка Танаис, где эти величины имеют меньшие значения.

В Придонской роще два показателя (второй и третий) достигают максимального значения. Причем только в этой точке сбора материала отмечено такое высокое значение. разницы между длиной жилок. Пятый показатель, как и в точке на ул. Минской, также составляет 4 балла. Первый и четвертый показатели соответствуют норме

В точке сбора ВГЛТУ (общегитие № 6) показатели демонстрируют четырехбалльные значения, что, вероятно, связано с большим обилием парковочных мест автотранспорта.

В точке сбора около ветеринарного факультета ВГАУ все показатели соответствуют норме. Таким образом, в этой точке состояние атмосферного воздуха наиболее лучшее.

Изучение морфологических признаков листьев березы повислой в 2023 году демонстрирует нам следующие результаты.

В парке Танаис в 2023 г. остался только один показатель, который достигает критических значений. Это разница расстояния между основаниями жилок. Вместе с тем, в 2022 г. этот показатель оценивался в 4 балла. Разница в расстоянии между основаниями жилок в 2022 г. достигала критических значений, а в 2023 г. демонстрирует норму. Таким образом, по последним наблюдениям в парке Танаис только один из рассматриваемых показателей достигает критических значений.

В точке сбора материала на ул. Минской также отмечено улучшение состояния показателей. Выявлен один 5-балльный признак (разница в расстоянии между концами жилок) и один 4-балльный (разница угла между жилками). Третий показатель (разница в расстоянии между жилками) соответствует норме.

В Придонской роще количество показателей с критическими значениями также уменьшилось по сравнению с 2022 г., их стало 2 (расстояние между концами жилок и разница угла между жилками). Значения выше нормы были замечены для показателя разницы угла между жилками в обоих периодах произведенных измерениях и наблюдениях.



Вместе с тем, в 2022 г. второй и третий показатели достигали критических значений. В 2023 г. эти показатели соответствовали норме, а критических значений достигал 4 показатель – расстояние между концами жилок.

В точке 4 (возле общежитие №6, ВГЛТУ) в 2023 г. показатели оказались в пределах нормы, т.к. начала работать новая развязка автомобильного движения.

В точке сбора около ветеринарного факультета ВГАУ (2022 г.) все показатели соответствуют норме.

Результаты изучения состояния вегетативных органов т.е. листьев березы повислой для оценки динамики состояния качества среды г. Воронежа позволяет нам сделать следующие выводы и подвести итоги:

1. Негативные изменения в морфологической структуре листьев березы повислой отмечены в четырех точках отбора (Парк Танаис, Ул. Минская, Придонская роща, ВГЛТУ, общежитие №6), что подтверждается величиной асимметрии, как и в 2022 так и 2023 гг.

2. В 2022 году в четырех точках наблюдений критического значения (4 балла) достигал третий показатель, а в 2023 году данный показатель стал соответствовать норме.

3. В 2023 году наиболее сильное отклонение от нормы демонстрировал четвертый показатель. Это видно в разнице расстояния между концами жилок – в трех из пяти точек наблюдения. В 2022 году в трех точках наблюдений показатели данного признака критические или близки к критическим. Такая разница в критических значениях показателей, вероятно, объясняется разным временем негативного воздействия на процессы развития листьев.

4. Единственной точкой в городе, где не наблюдалось критических морфологических изменений листьев березы повислой, является район ВГАУ, факультет ветеринарной медицины. Значения величин асимметрии составляют 1 или 2 балла за весь период наблюдений.

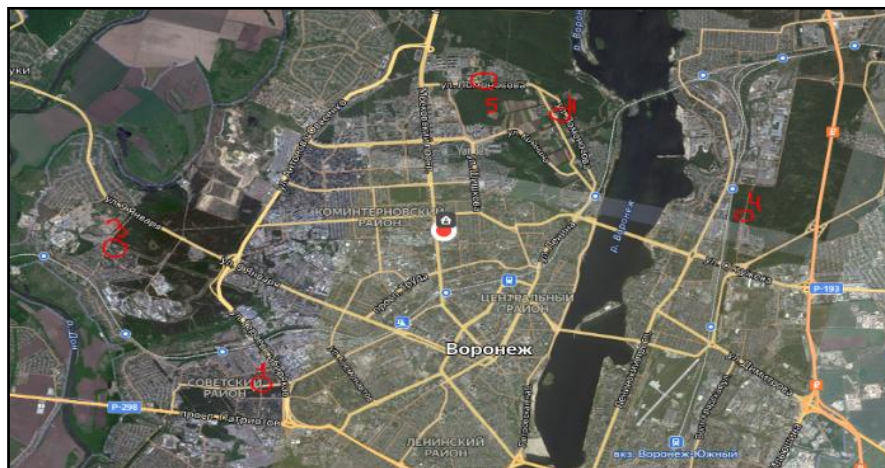


Рисунок 2 - Точки г. Воронежа для сбора материала исследования

### Заключение

Результаты изучения состояния вегетативных органов (листьев) березы повислой для оценки динамики состояния качества среды г. Воронежа позволяет сделать следующие выводы:

Негативные изменения в морфологической структуре листьев березы повислой отмечены в четырех точках (Парк Танаис, ул. Минская, Придонская роща, ВГЛТУ общежитие № 6), что подтверждается расчетными данными величины асимметрии.

Единственной точкой в городе, где не наблюдалось критических морфологических изменений листьев березы повислой, является район ВГАУ, факультет ветеринарной медицины. Значения величин асимметрии составляют 1 или 2 балла за весь период наблюдений.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что часть Центрального района г. Воронежа, расположенного в окрестностях ВГАУ, является наиболее чистой от атмосферных загрязнений, а ул. Минская и Придонская роща – наиболее загрязненными. С большой долей вероятности это связано с большим количеством автотранспорта в первом случае и деятельностью Воронежского комбината строительных материалов во втором.

### Список литературы

1. <https://nauchniestati.ru/spravka/bioindikacziya-i-eyo-prakticheskoe-primeneniye/>.
2. Баранов С.Г. Сравнение методов оценки флуктуирующей асимметрии листовой пластинки *Betula pendula* Roth / С.Г. Баранов, Д.Е. Гавриков. – URL: <http://www.recoveryfiles.ru/laws.php?ds=2250>, 2009.
3. Бродский, А.К. Общая экология / А.К.Бродский. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. - 256 с.
4. Биоиндикация и антропогенные стрессоры. – Москва: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2006. – 135 с.
5. <https://school-herald.ru/ru/article/view?id=699>
6. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для студ. высш. учеб. Заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И. Евсеева и др; под ред. О.П. Елеховой и Е.И. Сарапульцевой. – 2-е издание, испр. – М. : Издательский центр «Академия», 2008. – 288с.
7. Босняцкий Г.П. Методы биоиндикации для контроля состояния окружающей среды / Г.П. Босняцкая // Экология в газовой промышленности. – М. : ВНИИГаз, 2004. – 125 с.

### References

1. <https://nauchniestati.ru/spravka/bioindikacziya-i-eyo-prakticheskoe-primeneniye/>
2. Baranov S.G. Comparison of methods for estimating the fluctuating asymmetry of the leaf blade *Betula pendula* Roth / S.G. Baranov, D.E. Gavrikov // URL : <http://www.recoveryfiles.ru/laws.php?ds=2250> , 2009.

3. Brodsky, A.K. General ecology / A.K.Brodsky. – M.:Publishing center "Academy", 2007. - 256 p.
4. Bioindication and anthropogenic stressors. – Moscow: D. I. Mendeleev Russian Technical Technical University, 2006. – 135 p.
5. <https://school-herald.ru/ru/article/view?id=699>
6. Biological control of the environment: bioindication and biotesting: a textbook for students. higher. studies. Institutions / O.P. Melekhova, E.I. Sarapultseva, T.I. Evseeva and others; edited by O.P. Elekhova and E.I. Sarapultseva. – 2nd edition, ispr. – M. : Publishing Center "Academy", 2008. – 288c.
7. Bosniacki G.P. Methods of bioindication for environmental control / G.P. Bosniacki // Ecology in the gas industry. – M. : VNIlgaz, 2004. – 125 p.

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ микроРНК MIR165A В ЛИСТЯХ КУКУРУЗЫ ПРИ ИХ ОБЛУЧЕНИИ СВЕТОМ РАЗНОЙ ДЛИНЫ ВОЛНЫ

Д.Н. Федорин, В.О. Чуйкова, А.Т. Епринцев

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Важнейшим фактором для развития и роста растения является свет, который выступает главным источником энергии. Кроме того, свет регулирует физиологические и биохимические процессы посредством фоторецепторных систем. Исследования показали, что особую регуляторную роль в организации клеточного метаболизма выполняют микроРНК, регулирующие экспрессию генов различными способами как на транскрипционном уровне, так и на посттранскрипционном. Существует значительное количество микроРНК, которые принимают участие в светозависимых механизмах регуляции генов-мишеней. МикроРНК miR165a является светозависимой, количество которой изменяется от состояния фитохромной системы. Применение такого специфического соосадителя ПЭГ 1500, разделяющего высокомолекулярные и низкомолекулярные РНК при фенол-хлороформной экстракции, позволило получить высокий выход микроРНК из суммарной клеточной РНК. Разработан зонд и специфические праймеры для количественной оценки miR165a в листьях кукурузы. Было установлено, что активная форма фитохрома вызывает увеличение концентрации анализируемой микроРНК в клетках листьев кукурузы, что показано с применением метода полимеразной цепной реакции в реальном времени. Изменение светового режима светолюбивых растений, например, кукурузы, связанного со снижением доли красного света в светопотоке, негативно отразится на клеточной регуляции, опосредованной miR165a.

**Ключевые слова:** кукуруза, микроРНК, полимеразная цепная реакция, регуляция, свет

## QUANTITATIVE CHANGES IN THE CONTENT OF MIR165A microRNA IN MAIZE LEAVES UNDER IRRADIATION WITH LIGHT OF DIFFERENT WAVELENGTHS

D.N. Fedorin, V.O. Chuykova, A.T. Eprintsev

*Voronezh State University, Voronezh, Russia*

**Abstract.** The most important factor for the development and growth of a plant is light, which acts as the main source of energy. In addition, light regulates physiological and biochemical

processes through photoreceptor systems. Studies have shown that microRNAs play a special regulatory role in the organization of cellular metabolism, regulating gene expression in various ways both at the transcriptional and post-transcriptional levels. There are a significant number of microRNAs that participate in the light-dependent mechanisms of regulation of target genes. miR165a microRNA is light-dependent, the amount of which varies depending on the state of the phytochrome system. The use of such a specific PEG 1500 coadjutor, which separates high-molecular and low-molecular RNAs during phenol-chloroform extraction, made it possible to obtain a high yield of microRNAs from the total cellular RNA. A probe and specific primers have been developed to quantify miR165a in corn leaves. It was found that the active form of phytochrome causes an increase in the concentration of the analyzed microRNA in the cells of corn leaves, which was shown using the real-time polymerase chain reaction method. A change in the light regime of light-loving plants, for example, corn, associated with a decrease in the proportion of red light in the light stream, will negatively affect the cellular regulation mediated by miR165a.

**Keywords:** corn, light, microRNA, polymerase chain reaction, regulation

### **Введение**

Неконтролируемый рост городского населения влечет за собой ряд глобальных экологических проблем, к которым относятся: потеря биоразнообразия, как растительного, так и животного; загрязнение экосистемы, изменение климатических условий и многое другое. Для решения проблемы урбанизации разрабатывают и внедряют программы по озеленению территорий. Исследование особенностей в заселенных людьми населенных пунктах представляет собой актуальное направление, важное в контексте распространения и закономерностей использования растений в декоративных целях. Интенсификация урбанизации способствует увеличению негативного влияния на растительные сообщества, но формируется недостаток знаний в этой области с точки зрения понимания адаптивных реакций организма в данных условиях [1].

Растения в хрупкой и искусственной экосистеме, такой как городская среда, могут выполнять множество экологических функций и оказывать полезные услуги для благополучия человека. Они способны регулировать климат; сокращать уровень CO<sub>2</sub> и других парниковых газов в ходе процесса фотосинтеза; задерживать поступающие осадки; предотвращать опасный сток воды [4].

Важнейшим фактором для развития и роста растения является свет, который выступает главным источником энергии, а также под его контролем находятся такие процессы как фотосинтез, прорастание семян, развитие листьев, удлинение стебля, фототропизм, период цветения и многое другое [2]. По отношению к интенсивности освещения растения делятся на светолюбивые (береза, липа, сосна, томат, кукуруза, лилия) и теневыносливые (бегония, клён, огурец, кабачок, петрушка). Растения обладают набором фоторецепторов, воспринимающих свет в видимой области. Наиболее важным из них является фитохромная система - это фоторецепторы, поглощающие красные и дальние красные части спектра. За счет цис-транс-изомеризации неактивная форма фитохрома (Фк) под действием красного света переходит в активную (Фдк), которая в свою очередь приводит к изменениям метаболизма и внутренней среды клетки через регуляцию транскрипции генов.

Последнее десятилетие связано с появлением огромного количества исследований, посвященных роли микроРНК, одноцепочечные РНК длиной 20-22 п.н., регулирующие экспрессию генов различными способами как на транскрипционном уровне, так и на посттранскрипционном. Зрелые микроРНК регулируют экспрессию генов путем подавления РНК-мессенджеров (мРНК) или индуцирования расщепления и деградации мРНК. miR связываются с частично комплементарными последовательностями мРНК-мишеней, тем самым контролируя стабильность мРНК и иницируя трансляционную репрессию генов-мишеней [5].

Изучение литературных данных позволило установить, что существует значительное количество микроРНК, принимающих участие в светозависимых механизмах регуляции генов-мишеней, в том числе и miR165a.

**Целью исследования** являлось выявление зависимости количественных изменений содержания miR165a в листьях кукурузы при облучении светом разной длины волны.

**Материал и методы исследования.** Объектами исследования являлись листья 14-дневной кукурузы (*Zea mays* L.), выращенной гидропонно при дневном 12 часовом свете.

При выращивании интенсивность света составляла  $90 \text{ мкмоль квантов} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ . Постановку эксперимента по облучению растений светом разной длины волны осуществляли по описанной ранее методике [6].

Суммарную клеточную РНК выделяли модифицированным методом фенол-хлороформной экстракции. В качестве специфических осадителей использовали 12М LiCl, ПЭГ 1500, 96% спирт -для высокомолекулярной РНК, 2,5М LiCl, 96% спирт -для низкомолекулярной РНК [3].

Электрофорез осуществляли в геле 1% агарозы с красителем бромистый этидий.

Обратную транскрипцию miR165a проводили с использованием обратной транскриптазы MMLV. Праймером для микроРНК выступал специфично созданный зонд к miR165a. Параметры проведения обратной транскрипцию следующие: инкубация смеси при  $16^{\circ}\text{C}$  - 30 мин,  $42^{\circ}\text{C}$  - 30 мин,  $85^{\circ}\text{C}$  - 5 мин [7].

Полимеразная цепная реакция осуществлялась с набором AmpliSence (Хеликон, Россия) на приборе LightCycler96 (Roche, Швеция), используя в качестве красителя SYBR GreenI. Референсным геном выступал ген фактора элонгации ef-1 $\alpha$ . Нуклеотидный состав праймеров miR: прямой - 5' CACTGATCGGACCAGGCTTCA 3'; обратный - 5' GTCGTATCCAGTGCAGGGTCC 3'. Параметры ПЦР: предварительная денатурация -  $95^{\circ}\text{C}$  5 минут, цикл -  $95^{\circ}\text{C}$  - 30 сек.,  $58^{\circ}\text{C}$  - 30 сек.,  $72^{\circ}\text{C}$  - 30 сек. (детекция), финальная элонгация -  $72^{\circ}\text{C}$  - 10 минут.

Программа Opticon Monitor<sup>TM</sup> Software (Bio- Rad, США) и  $2^{-\Delta\Delta\text{Ct}}$ -метод использовалась для расчета относительного уровня транскриптов miR165a.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

#### *Разработка зонда для оценки количества свободной miR165a*

В 2005 году Чен и др. впервые предложили новый метод количественного определения в реальном времени для надежного и чувствительного обнаружения зрелых MIRs. Благодаря высокой точности и чувствительности qRT-ПЦР со ствольной петлей стала популярным методом обнаружения микроРНК в биомедицинской области. Данный подход

требует создания для конкретной микроРНК специфический праймер, имеющий вид «стебель-петля» [8].

Создание зонда к miR165a для количественной оценки методом ПЦР в реальном времени включало несколько этапов. Последовательность интересующей микроРНК: 5'-UCGGACCAGGCUUCAUCCSS-3'. Для получения ПЦР-продукта размером более 70 п.н. использовали 44 нуклеотидную последовательность (HV1), имеющую вид «стебель-петля».

2. 5'-GTTCGTATCCAGTGCAGGGTCCGAGGTATTCGCACTGGATACGAC-3'

К 3'-концу HV1 добавили 6 п.н. комплементарных 3'-концу miR\_165a.

3. 5'-GTTCGTATCCAGTGCAGGGTCCGAGGTATTCGCACTGGATACGACGGGGAT-3'

По завершению реакции обратной транскрипции получили кДНК (miR165a-HV1) размером 80 п.н.

*Выделение суммарной клеточной фракции микроРНК из листьев кукурузы при облучении светом разной длины волны*

Для экспериментального исследования микроРНК (miR165a) первым главным шагом является выделение суммарной РНК без следов деградации. Метод фенол-хлороформной экстракции с использованием 12М LiCl и 96% спирта позволяет эффективно извлекать из листьев кукурузы всю фракцию как высокомолекулярной, так и низкомолекулярной РНК. Результаты электрофоретического и денситометрического исследования наглядно показывают это (рис. 1).

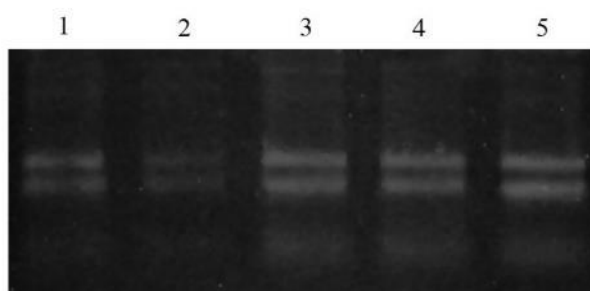


Рисунок 1 – Качественное определение в 1% агарозном геле суммарной клеточной РНК из листьев кукурузы при облучении светом разной длины волны: 1 – растения, освещенные белым светом; 2 – растения, выдержанные в темноте растения; 3 – растения, подвергшиеся облучению светом с длиной волны 660 нм; 4 – растения, подвергшиеся облучению светом с длиной волны 730 нм; 5 – растения, подвергшиеся последовательному облучению светом с длиной волны 660 нм и 730 нм

Модификация данной методики заключается в применении такого специфического соосаждителя, как полиэтиленгликоля со степенью полимеризации 1500 (ПЭГ 1500). Этот водорастворимый полимер способен экранировать фракцию высокомолекулярной РНК, тем самым, не давая ей связаться с хлоридом лития. Последовательное использование 2,5М LiCl осаждает свободные низкомолекулярные нуклеиновые кислоты, в том числе и miR165a.

Электрофоретический метод демонстрирует, что ПЭГ 1500 даёт высокий процент выхода малых РНК, так как следов высокомолекулярных нуклеиновых кислот в 1% геле агарозы обнаружено не было (рис. 2).

1 2 3 4 5



Рисунок 2 – Качественное определение микроРНК очищенной из суммарной РНК клеток листьев кукурузы при облучении светом разной длины волны в 1 % агарозном геле.

Обозначения: см. рисунок 1

*Оценка количества свободной miR165a в листьях кукурузы при облучении растений светом разной длины волны*

Для оценки содержания свободной miR165a в образцах растений, которые подвергались разным условиям светового облучения, применили метод количественной полимеразной цепной реакции в реальном времени. Наибольший относительный уровень микроРНК обнаруживался в растениях, стоящих на свету, и тех, которые подвергались облучению красным светом с длиной волны 660 нм. Результаты ПЦР показывают наличие фитохромной зависимости между относительным уровнем транскриптов микроРНК и условиями облучения растений. Количество miR165a в образце «свет» в 1,81 раза больше показателя «темнота» (табл. 1).

Таблица 1. Относительный уровень свободной miR165a в листьях кукурузы при различном световом режиме (n=4, p ≤ 0.05)

	Условия освещения растений				
	свет	темнота	КС	ДКС	КС+ДКС
Содержание miR165a, отн. ед.	1	0,55	0,81	0,27	0,31

Обозначения: см. рисунок 1.

После облучения КС (660 нм) показатель относительного уровня miR165a в 1,47 раза был больше, чем проба, фоторецепторы которой неактивны. Это отражает прямую зависимость содержания микроРНК от активности фитохромной системы.

Таким образом, можно установить, что содержание зрелой микроРНК miR165a зависит от состояния фитохромной системы. Более того, выявлено, что активная форма фитохрома способствует увеличению количества анализируемой микроРНК.



### Заключение

Результаты проведенного исследования показывают зависимость между изменением содержания miR165a в листьях кукурузы и облучением светом разной длины волны. Существует множество методов извлечения высококачественной РНК из тканей растений, но не все из них предпочтительны для анализа микроРНК. Модифицированный метод фенол-хлороформной экстракции с применением специфического соосадителя ПЭГ 1500 позволяет получить высокий процент выхода микроРНК, в том числе и miR165a. Это происходит за счет связывания полимера и высокомолекулярных нуклеиновых кислот, а также последующего осаждения малых РНК 96 % спиртом.

Оценка количества свободной miR165a в листьях кукурузы при облучении светом разной длины волны позволяет установить, что содержание анализируемой miR165a зависит от состояния фитохромной системы. Следовательно, изменение спектрального состава света играет важную роль в организации клеточного метаболизма, осуществляемого посредством микроРНК miR165a, увеличение которой при преобладании красного света вызывает регуляцию соответствующих генов-мишеней. Изменение условий освещения светлюбивых растений, например, кукурузы, связанного со снижением доли красного света в светопотоке, негативно отразится на клеточной регуляции, опосредованной miR165a.

### Список литературы

1. Урбанофлористика в России: современное состояние и перспективы / А. С. Третьякова [и др.] // *Turczaninowia*. – 2021. – Т. 24. – № 1. – С. 125-144. – DOI: 10.14258/turczaninowia.24.1.15.
2. Федорин Д.Н. Механизм трансдукции светового сигнала в растительной клетке / Д.Н. Федорин, А.Т. Епринцев. — Воронеж.: ООО «Центрально-Черноземное книжное издательство», 2022. — 184 с.
3. Федорин Д.Н. Модификация методики выделения микроРНК из растений фенол-хлороформной экстракцией с применением полиэтиленгликоля 1500 / Д.Н. Федорин, В.О. Чуйкова, А.Т. Епринцев // *Сорбционные и хроматографические процессы*. – 2022. – Т. 22. – № 6. – С. 885-892. – Doi.org/10.17308/sorpchrom.2022.22/10895.
4. Fineschi S. A. Survey of Multiple Interactions Between Plants and the Urban Environment / S. Fineschi, F. Loreto // *Front. For. Glob. Change*. – 2020. – V. 30. – P. 3-30. – Doi: 10.3389/ffgc.2020.00030.
5. Siddika T. Bringing MicroRNAs to Light: Methods for MicroRNA Quantification and Visualization in Live Cells / T. Siddika, I.U. Heinemann // *Front. Bioeng. Biotechnol.* – 2021. – V. 8. – Doi: 10.3389/fbioe.2020.619583.
6. Eprintsev A.T. Expression of genes encoding subunits A and B of succinate dehydrogenase in germinating maize seeds is regulated by methylation of their promoters / A.T. Eprintsev, L.A. Karabutova, A.U. Igamberdiev // *Journal of Plant Physiology*. – 2016. – V. 205. – P. 33-40.
7. Kramer M.F. STEM-LOOP RT-qPCR for miRNAs / M.F Kramer // *Curr Protoc Mol Biol*. – 2011. – CHAPTER 15: Unit15.10. – Doi: 10.1002/0471142727.mb1510s95.

8. Universal Stem-Loop Primer Method for Screening and Quantification of MicroRNA / L.H. Yang [ et al.] // PLoS ONE. – 2014. – V. 9. – Doi.org/10.1371/journal.pone.0115293.

### References

1. Urbanism in Russia: the current state and prospects / A.S.Tretyakova [et al.] // Turchaninoviya. – 2021. – Vol. 24. – No. 1. – pp. 125-144. – DOI: 10.14258/turchaninovia.24.1.15.
2. Fedorin D.N. The mechanism of light signal transduction in a plant cell / D.N. Fedorin, A.T. Yeprintsev. – Voronezh : LLC Central Chernozem Book Publishing House, 2022. – 184 p.
3. Fedorin D.N. Modification of the technique for isolating microRNAs from plants by phenol-chloroform extraction using polyethylene glycol 1500 / D.N. Fedorin, V.O. Chuikova, A.T. Yeprintsev // Sorption and chromatographic processes. – 2022. – vol. 22. – No.6. – pp. 885-892. – Doi.org/10.17308/sorpchrom.2022.22/10895
4. Fineski S. A. Investigation of multiple interactions between plants and the urban environment / S. Fineski, F. Loreto // The front. For. The ball. Change. – 2020. – V. 30. – P. 3-30. – Doi: 10.3389 / ffgc.2020.00030.
5. Siddiq T. Detection of microRNAs: methods of quantitative determination and visualization of microRNAs in living cells / T. Siddiq, I.W. Heinemann // The front. Bioengineering. Biotechnologist. – 2021. – V. 8. – Doi: 10.3389/fbioe.2020.619583.
6. Eprintsev A.T. Expression of genes encoding succinate dehydrogenase subunits A and B in germinating corn seeds is regulated by methylation of their promoter domain / A.T. Eprintsev, L.A. Karabutova, A.U. Igamberdiev // Journal of Plant Physiology. – 2016. – Vol. 205. – pp. 33-40.
7. Kramer M.F. STEM-LOOP RT-qPCR for microRNAs / M.F. Kramer // Protocol Curr Mol Biol. – 2011. – CHAPTER 15: Unit15.10. – Doi: 10.1002 /0471142727.mb1510s95.
8. Universal Stem loop primer method for screening and quantification of microRNAs / L.H. Yang [et al.] // PLoS ONE. – 2014. – Vol. 9. – Doi.org/10.1371/journal.pone.0115293.

СЕКЦИЯ 2. ИНТРОДУКЦИЯ И АККЛИМАТИЗАЦИЯ РАСТЕНИЙ.  
ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ РАСТЕНИЙ. ООПТ

DOI: 10.58168/FBFSNAP2024\_89-95

УДК 579.64

АНТАГОНИСТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ МИКРОМИЦЕТОВ РОДА *TRICHODERMA*  
ПО ОТНОШЕНИЮ К ГРИБКОВЫМ ВОЗБУДИТЕЛЯМ ЗАБОЛЕВАНИЙ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Е.Г. Абрамова<sup>1</sup>, А.С. Вострикова<sup>1</sup>, С.В. Кирьянова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»  
г. Калининград, Россия

**Аннотация.** За последние годы отмечено увеличение числа заболеваний, вызванных фитопатогенными грибами. Эти возбудители поражают растения на разных стадиях их роста и производства сельскохозяйственной продукции. В то же время всё большее предпочтение отдается биологическому контролю в сравнении с агротехническими мероприятиями традиционного характера, например, обработкой химическими фунгицидами. В связи с этим особую актуальность приобретает исследование культур, конкурирующих с патогенами и подавляющих их. К их числу принадлежат микромицеты рода *Trichoderma*. Они уже неоднократно становились предметом исследований, направленных на изучение их антагонистической активности, в том числе с целью разработки стратегий повышения эффективности биологического контроля. Но, несмотря на это, информация, касающаяся специфики ряда видов микромицетов рода *Trichoderma*, их возможностей и перспектив применения, остаётся неизученной. В настоящей работе мы обращаемся к рассмотрению антагонистической активности штаммов микромицетов рода *Trichoderma* (*T.longibrachiatum*, *T.harzianum* и *T.asperellum*) по отношению к грибам родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* и *Mucor*, вызывающим заболевания сельскохозяйственных растений и человека, с дальнейшим их использованием в разработке биопрепарата для защиты растений.

**Ключевые слова:** биологическая защита растений, биологический контроль, грибковые заболевания растений, фунгициды, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Trichoderma*.

## ANTAGONISTIC ACTIVITY OF MICROMYCETES OF THE GENUS *TRICHODERMA* IN RELATION TO FUNGAL CAUSES OF DISEASES OF AGRICULTURAL PLANTS

E.G. Abramova<sup>1</sup>, A.S. Vostrikova<sup>1</sup>, S.V. Kiryanova<sup>2</sup>

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

<sup>2</sup>*Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia*

**Abstract.** In recent years, there has been an increase in the number of diseases caused by phytopathogenic fungi. These pathogens infect plants at different stages of their growth and agricultural production. At the same time, increasing preference is given to biological control in comparison with traditional agrotechnical measures, for example, treatment with chemical fungicides. In this regard, the study of crops that compete with pathogens and suppress them is of particular relevance. These include micromycetes of the genus *Trichoderma*. They have repeatedly become the subject of research aimed at studying their antagonistic activity, including with the aim of developing strategies to increase the effectiveness of biological control. But, despite this, information regarding the specifics of a number of species of micromycetes of the genus *Trichoderma*, their capabilities and prospects for use remains unstudied. In this work, we turn to the consideration of the antagonistic activity of strains of micromycetes of the genus *Trichoderma* (*T.longibrachiatum*, *T.harzianum* and *T.asperellum*) in relation to fungi of the genera *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* and *Mucor*, causing diseases of agricultural plants and humans, with their further use in the development of a biological product for plant protection.

**Key words:** biological plant protection, biological control, fungal plant diseases, fungicides, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Trichoderma*.

### Введение

К числу наиболее распространенных поражений сельскохозяйственных культур принадлежат заболевания, вызванные мицелиальными грибами. Они представляют серьезную проблему для агрономии, становясь причиной значительных потерь урожая и снижения его качества [1,4]. Традиционные методы контроля грибковых заболеваний, такие, как соблюдение агротехнических мероприятий, выбор устойчивых сортов растений, обработка химическими фунгицидами и т.д., могут не только демонстрировать недостаточную эффективность, но и оказывать отрицательное воздействие на окружающую среду и здоровье человека [1]. Альтернативным подходом к борьбе с болезнями растений считается биологический контроль с использованием микроорганизмов, способных конкурировать с патогенами и помогать растениям в борьбе с заболеваниями [2]. В связи с этим поиск биологических агентов для борьбы с возбудителями микозов сельскохозяйственных растений стал актуальной задачей. Для многих сельскохозяйственных культур представляют особую опасность грибы родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Mucor* и *Alternaria* - возбудители гнилей, пятнистости и мучнистой росы растений. Большинство грибов этих родов являются возбудителями не только заболеваний растений, но и таких

заболеваний человека, как аспергиллез, мукормикозы, дерматит, тяжелые формы бронхиальной астмы и т.д. Существующие биопрепараты на основе грибов рода *Trichoderma* показали высокую эффективность против фитопатогенных грибов родов *Botrytis*; *Verticillium*; *Colletotrichum*; *Fusarium*; *Helminthosporium*; *Pythium*; *Phoma*; *Phytophthora* [3,5]. Благодаря своей способности подавлять рост и развитие широкого спектра грибковых патогенов микромицеты рода *Trichoderma*, широко распространённые в почве и на растениях, являются потенциально ценными агентами биоконтроля. В настоящее время они проявили себя не только как средство борьбы с возбудителями большого количества болезней, но и как стимуляторы роста и иммуностимуляторы растений [4]. Антагонистические взаимодействия грибов рода *Trichoderma* уже широко используются в практике защиты растений. Проявления антагонизма этих грибов выражаются через разнообразные механизмы, включая микопаразитизм, конкуренцию за питательные вещества, продукцию биологически активных веществ, угнетающих или полностью подавляющих жизненные процессы ряда фитопатогенных грибов и бактерий, индуцирование системной резистентности растений [2]. Антагонистическая активность грибов рода *Trichoderma* по отношению ко многим фитопатогенам делает их перспективными для использования в качестве агентов биологического контроля грибковых заболеваний и обуславливает их применение в качестве биофунгицидов [2,3,5]. Однако, несмотря на множество работ, посвященных антагонистической активности микромицетов рода *Trichoderma*, антагонизм детально изучен лишь для нескольких видов. Этим определяется необходимость обратиться к исследованию антагонистической активности штаммов микромицетов рода *Trichoderma* (*T.longibrachiatum*, *T.harzianum* и *T.asperellum*), чему и посвящена настоящая работа. Более глубокого исследования требуют также механизмы действия указанных микромицетов и оптимизация условий их применения с целью разработки новых стратегий обеспечения устойчивости и повышения эффективности биологического контроля, что делает настоящее исследование перспективным для сельского хозяйства.

**Цель исследования** – изучение антагонистической активности штаммов микромицетов рода *Trichoderma* (*T.longibrachiatum*, *T.harzianum* и *T.asperellum*) по отношению к грибам родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* и *Mucor*, вызывающим заболевания сельскохозяйственных растений и дальнейшего их использования в разработке биопрепарата для защиты растений.

**Материалы и методы исследований.** В качестве основных объектов исследования использовали штаммы микромицетов рода *Trichoderma* (*T.longibrachiatum*, *T.harzianum*, *T.asperellum*), обладающих антагонистической активностью в отношении многих фитопатогенов. В качестве тест-культур выступали грибы родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* и *Mucor*. Штаммы микроорганизмов были получены из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (ВКПИМ). Микроорганизмы культивировались на среде сусло-агар при температурах, указанных для каждого штамма на сайте коллекции. Перед постановкой экспериментов по совместному культивированию проводилось не более трех пересевов культур.

Антагонистические свойства микромицетов *T. longibrachiatum*, *T. harzianum* и *T. asperellum* по отношению к грибам родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* и *Mucor* изучали

методом встречных (двойных) культур на твердой картофельно-сахарозной питательной среде [5]. Двойные культуры инкубировались при температуре  $27 \pm 0,5$  °С., учет проводили на 3-и, 5-е и 10-е сутки культивирования. Отмечали рост тест-гриба, степень ингибирования роста мицелия гриба и антагониста по площади, занимаемой исследуемой культурой, характер их взаимодействия. Все опыты проводились в трех повторностях.

**Результаты и их обсуждение.** Антагонистическая активность широко используемого в составе биопрепаратов фунгицидного действия гриба *Trichoderma harzianum* по отношению к грибам родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* и *Mucor* представлена на рисунке 1.

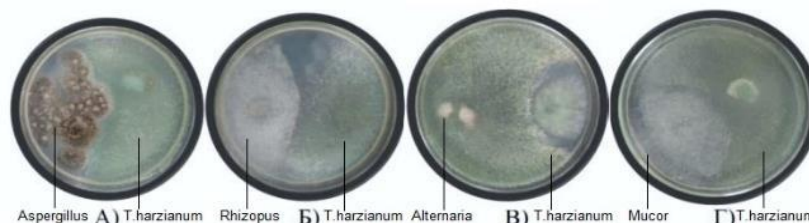


Рисунок 1 – Антагонистическая активность грибов *T. harzianum* против

а) *Aspergillus*, б) *Rhizopus*, в) *Alternaria*, г) *Mucor*, 5-сутки роста

На приведенном рисунке видно, что при совместном культивировании и одновременном посеве гриба-антагониста *Trichoderma harzianum* и *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* и *Mucor*, на пятые сутки отмечается ограничение роста тест-культуры, интенсивное развитие и спороношение гриба *Trichoderma harzianum*. В последующие дни замечено нарастание антагониста на колонии *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* и *Mucor* и постепенное их угнетение (см. Рисунок 2).

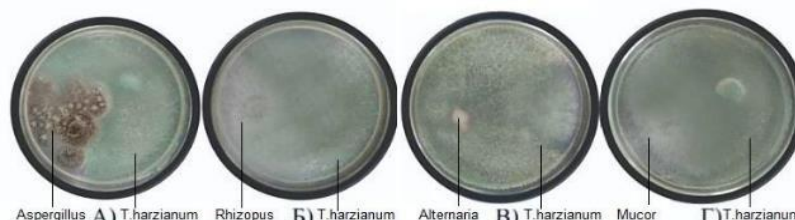


Рисунок 2 – Антагонистическая активность грибов *T. harzianum* против

а) *Aspergillus*, б) *Rhizopus*, в) *Alternaria*, г) *Mucor*, 10-сутки роста

Интересно, что использованная культура гриба *Trichoderma harzianum* проявляет различные антагонистические свойства по отношению к тест-культурам, как видно по различным значениям площади, занимаемой культурой-антагонистом на чашке с агаризованной средой (см. Таблица 1).

Таблица 1. Антагонистическая активность культуры гриба *T. harzianum*

Культура-антагонист	Время, сут	Площадь, занимаемая антагонистом, %			
		<i>Aspergillus</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Mucor</i>
<i>Trichoderma harzianum</i>	3	44	50	50	68
	5	68	61	98	75
	10	75	98	99	95

Из таблицы видно, что наиболее сильный антагонизм штамм *Trichoderma harzianum* проявляет против грибов родов *Rhizopus*, *Alternaria* и *Mucor*. Против гриба рода *Aspergillus* *Trichoderma harzianum* проявляет более умеренный антагонизм.

Таким образом, проведенный эксперимент показал, что данный штамм гриба проявляет антагонизм по отношению к *Rhizopus*, *Mucor*, *Alternaria*, *Aspergillus*, хотя и в разной степени.

Результаты исследований антагонистической активности грибов *T. longibrachiatum* и *T. asperellum* представлены на рисунках 3-6.

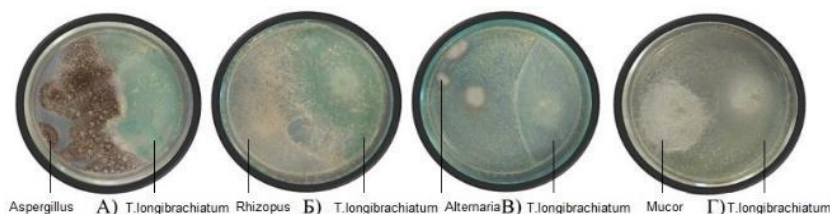


Рисунок 3 – Антагонистическая активность грибов *T. longibrachiatum* против а) *Aspergillus*, б) *Rhizopus*, в) *Alternaria*, г) *Mucor*, 5-сутки роста



Рисунок 4 – Антагонистическая активность грибов *T. asperellum* против а) *Aspergillus*, б) *Rhizopus*, в) *Alternaria*, г) *Mucor*, 5-сутки роста

На рисунках 3, 4 видно, что на пятый день опыта культура-антагонист интенсивно развивается, не давая возможности тест-культуре полностью заселить слой питательного агара, и образует четкую границу сдерживания роста тест-культуры.

На 10 суток отмечено нарастание антагониста на колонии *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* и *Mucor* и постепенное их угнетение (см. Рисунок 5,6).

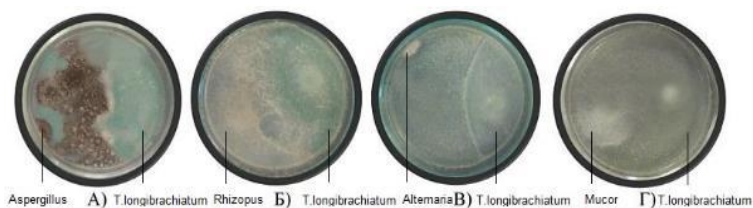


Рисунок 5 – Антагонистическая активность грибов *T. longibrachiatum* против а) *Aspergillus*, б) *Rhizopus*, в) *Alternaria*, г) *Mucor*, 10-сутки роста

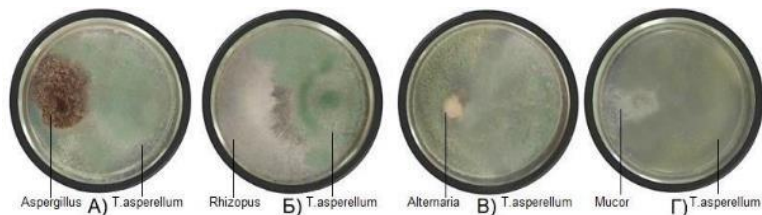


Рисунок 6 – Антагонистическая активность грибов *T. asperellum* против а) *Aspergillus*, б) *Rhizopus*, в) *Alternaria*, г) *Mucor*, 10-сутки роста

Интересно, что использованные культуры грибов *Trichoderma* так же проявляют различные антагонистические свойства по отношению к тест-культурам, как видно из различных значений площадей, занимаемых антагонистами на чашке с агаризованной средой (см. Таблица 2).

Таблица 2. Антагонистическая активность культур грибов *T. longibrachiatum* и *T. asperellum*

Культура-антагонист	Время, сут	Площадь, занимаемая антагонистом, %			
		<i>Aspergillus</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Mucor</i>
<i>Trichoderma longibrachiatum</i>	3	22	43	96	71
	5	45	56	97	75
	10	66	75	99	81
<i>Trichoderma asperellum</i>	3	75	37	93	56
	5	81	43	99	68
	10	84	50	99	93

Из таблицы видно, что наиболее сильный антагонизм штаммы *Trichoderma longibrachiatum* проявляет против грибов родов *Mucor* и *Alternaria*. Против грибов родов *Aspergillus* и *Rhizopus* *Trichoderma longibrachiatum* проявляет более умеренный антагонизм.

Так же отметим, что *Trichoderma asperellum* проявляет сильный антагонизм к тест - культурам грибов родов *Aspergillus*, *Alternaria* и *Mucor*, и более умеренный антагонизм к грибам р. *Rhizopus*.

Как показывают данные, приведённые в таблицах 1 и 2, все исследованные грибы рода *Trichoderma* обладают антагонистической активностью против тест-культур грибов родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* и *Mucor*, хотя и в разной степени.

#### Выводы

1. Использованные культуры грибов рода *Trichoderma* обладают разной степенью антагонистической активности по отношению к тест-культурам грибов родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria* и *Mucor*.

2. Наибольшие зоны ингибирования роста тест-культур наблюдались для штамма *Trichoderma longibrachiatum*.

3. *Trichoderma harzianum* проявляет умеренный антагонизм против грибов родов *Aspergillus*, сильный антагонизм против р. *Rhizopus* и р. *Alternaria* и р. *Mucor*.

4. *Trichoderma longibrachiatum* проявляет умеренный антагонизм против грибов родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, сильный антагонизм против *Alternaria* и *Mucor*.

5. *Trichoderma asperellum* проявляет слабый антагонизм против грибов родов р. *Rhizopus*, сильный антагонизм против *Aspergillus*, *Alternaria* и *Mucor*.

6. Среди исследованных культур наибольшую антагонистическую активность проявляет *Trichoderma harzianum*.



### Список литературы

1. Damalas C.A., Koutroubas S.D. Current status and recent developments in biopesticide use // *Agriculture* 2018. Vol. 8. Issue 1. 13 p. <https://doi.org/10.3390/agriculture8010013>
2. Guzmán-Guzmán P, Porras-Troncoso MD, Olmedo-Monfil V, Herrera-Estrella A. Trichoderma Species: Versatile Plant Symbionts. *Phytopathology*. 2019 Jan;109(1):6-16. doi: 10.1094/PHYTO-07-18-0218-RVW. Epub 2018 Dec 4. PMID: 30412012.
3. Srivastava M., Vipul K., Mohamad S., Pandey S., Anuradha S. Trichoderma – a potential and effective bio fungicide and alternative source against notable phytopathogens: A review // *African Journal of Agricultural Research*. 2016. Vol. 11. Issue 5. P. 310–316. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9568>
4. Матчанова, Д. Ш. Микроскопические грибы рода Trichoderma — продуценты биологически активных веществ / Д. Ш. Матчанова. // *Молодой ученый*. — 2017. — № 3 (137). — С. 230-233.
5. Шарипова Д. А., Ветрова М. А., Масютин Я. А., Новиков А. А., Гушин П. А., Винокуров В. А. Исследование антагонизма различных штаммов грибов рода Trichoderma и грибковых фитопатогенов // *Баш. хим. ж.* 2013. №4. - 83-85 с.

### References

1. Damalas C.A., Koutroubas S.D. Current status and recent developments in biopesticide use // *Agriculture* 2018. Vol. 8. Issue 1. 13 p. <https://doi.org/10.3390/agriculture8010013>
2. Guzmán-Guzmán P, Porras-Troncoso MD, Olmedo-Monfil V, Herrera-Estrella A. Trichoderma Species: Versatile Plant Symbionts. *Phytopathology*. 2019 Jan;109(1):6-16. doi: 10.1094/PHYTO-07-18-0218-RVW. Epub 2018 Dec 4. PMID: 30412012.
3. Srivastava M., Vipul K., Mohamad S., Pandey S., Anuradha S. Trichoderma – a potential and effective bio fungicide and alternative source against notable phytopathogens: A review // *African Journal of Agricultural Research*. 2016. Vol. 11. Issue 5. P. 310–316. <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.9568>
4. Matchanova, D. S. Microscopic fungi of the genus Trichoderma — producers of biologically active substances / D. S. Matchanova. // *A young scientist*. — 2017. — № 3 (137). — Pp. 230-233.
5. Sharipova D. A., Vetrova M. A., Masyutin Ya. A., Novikov A. A., Gushchin P. A., Vinokurov V. A. Study of antagonism of various strains of fungi of the genus Trichoderma and fungal phytopathogens // *Bash. chemical. zh.* 2013. no.4. - 83-85 с.

## ВЛИЯНИЕ БИОДЕСТРУКТОРА СТЕРНИ НА ОСНОВЕ *TRICHODERMA LONGIBRACHIATUM* НА ФИТОПАТОГЕННЫЕ ГРИБЫ И РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

А.С. Вострикова<sup>1</sup>, Е.Г. Абрамова<sup>1</sup>, М.М. Гапьяк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта», г. Калининград, Россия

**Аннотация.** Уборка и последующая утилизация стерни представляет для сельхозпроизводителей серьезную проблему. Современным требованиям экологической безопасности и снижения экономических затрат при послеуборочной обработке почвы удовлетворяет биологизация земледелия с применением препаратов на основе микроорганизмов-деструкторов целлюлозы. Используемые биопрепараты не должны быть токсичными для сельскохозяйственных культур и человека, обязаны обладать антагонистической активностью для борьбы с возбудителями болезней растений, а также целлюлолитическим действием для разложения растительных остатков. Исходя из этого, наибольший интерес представляет микромицет *Trichoderma longibrachiatum*, который ранее применялся лишь в качестве биофунгицида. В данной работе представлены результаты исследования по изучению целлюлолитической и фунгицидной активностей *T. longibrachiatum*, а также его влияния на прорастание сельскохозяйственных культур. По совокупности полученных результатов был сделан вывод о перспективности использования *T. longibrachiatum* в качестве основы для биодеструктора целлюлозы, биофунгицида и препарата для предпосевной обработки семян.

**Ключевые слова:** биодеструктор стерни, биологическая защита растений, биологический контроль, грибковые заболевания растений, фитотоксичность, фунгициды, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Trichoderma longibrachiatum*.

## THE EFFECT OF A STUBBLE BIODESTRUCTOR BASED ON *TRICHODERMA LONGIBRACHIATUM* ON PHYTOPATHOGENIC FUNGI AND CROP DEVELOPMENT

A.S. Vostrikova<sup>1</sup>, E.G. Abramova<sup>1</sup>, M.M. Gapyak<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

<sup>2</sup>Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

**Abstract.** Harvesting and subsequent disposal of stubble is a serious problem for agricultural producers. The modern requirements of environmental safety and reduction of

economic costs during post-harvest tillage are met by the biologization of agriculture using preparations based on cellulose destructor microorganisms. The biological products used should not be toxic to crops and humans, they must have an antagonistic activity to combat plant pathogens, as well as cellulolytic action for the decomposition of plant residues. Based on this, the micromycete *Trichoderma longibrachiatum*, which was previously used only as a biofungicide, is of the greatest interest. This paper presents the results of a study on the cellulolytic and fungicidal activities of *T. longibrachiatum*, as well as its effect on the germination of crops. Based on the totality of the results obtained, it was concluded that the use of *T. longibrachiatum* as a basis for a cellulose biodestructor, a biofungicide and a preparation for pre-sowing seed treatment is promising.

**Keywords:** biodestructor of stubble, biological plant protection, biological control, fungal plant diseases, phytotoxicity, fungicides, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Trichoderma longibrachiatum*.

### Введение

Стерня (жнивье, пожнивные остатки) – нижняя остаточная часть стеблей растений после уборки сельскохозяйственных культур. Уборка растительных остатков и последующая утилизация представляет для сельхозпроизводителей серьезную проблему, для решения которой требуются дополнительные финансовые, трудовые и временные затраты [2]. Около 50...70 % сухого вещества стерни составляет целлюлоза, которая является главным структурным элементом гумуса [2,3]. Однако вместе со стерней на поле после уборки урожая остаются сорняки, которые способны вегетировать до наступления морозов. Внутри стерни возможно развитие скрытостебельных вредителей. Также известно, что накопление большого количества пожнивных остатков на поверхности почвы существенно увеличивает плотность популяций фитопатогенных микроорганизмов – возбудителей болезней растений [2]. Кроме того, наличие стерни затрудняет последующую обработку почвы и ухудшает качество вспашки.

С целью предотвращения перечисленных эффектов для утилизации стерни используют различные приемы обработки почвы после уборки урожая: выжигание, обработку с использованием сельскохозяйственной техники, химическую обработку гербицидами и «нулевую» технологию. Однако ни одна из перечисленных технологий обработки полей в полной мере не удовлетворяет современным требованиям повышения эффективности производства, экологической безопасности и уменьшения экономических затрат. Поэтому в сельскохозяйственное производство внедряются приемы биологизации земледелия, которые способствуют активизации природных механизмов поддержания плодородия почвы, регулированию ростовых процессов и снижению поражения растений болезнями. Средства биологизации сельского хозяйства включают внесение полезных микроорганизмов в почву и на растения путем обработки микробиологическими препаратами, а также использование регуляторов роста для повышения активности местных (аборигенных) почвенных микроорганизмов [2].

В связи с этим, актуальной задачей является разработка биопрепарата для утилизации стерни на основе микроорганизмов-деструкторов целлюлозы. Особое внимание следует уделить микроорганизмам, которые составляют основу биопрепарата-деструктора стерни.

Они должны быть безвредными для сельскохозяйственных культур и человека и обладать двумя типами активности - антагонистической против возбудителей болезней растений и целлюлолитической для разложения растительных остатков. В этом плане представляет большой интерес *Trichoderma longibrachiatum*. Ранее данный микромицет применялся в качестве основы биофунгицида, однако он способен синтезировать и ферменты для разложения целлюлозы. Кроме того, *T. longibrachiatum* входит в состав естественной почвенной биоты, что дает ему преимущество в конкуренции с природной микрофлорой.

**Цель исследования** – изучение влияния биодеструктора стерни на основе *Trichoderma longibrachiatum* на фитопатогенные грибы родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor* и *Rhizopus*, определение фитотоксичности биопрепарата по отношению к сельскохозяйственным культурам пшеницы и ячменя.

**Материалы и методы исследований.** В качестве основного объекта исследования использовали штамм микромицета рода *Trichoderma* – *T. longibrachiatum* (F-367) 7-26, способный к биодegradации целлюлозы и обладающий антагонистической активностью в отношении многих фитопатогенов. В качестве тест-культур выступали грибы родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Mucor*. Все штаммы микроорганизмов были получены из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов (ВКПМ). Микроорганизмы культивировались на среде сусло при температурах, указанных для каждого штамма на сайте коллекции. Перед постановкой экспериментов по совместному культивированию проводилось не более трех пересевов культур.

Наличие целлюлолитической активности *T. longibrachiatum* определяли визуально, по росту микромицетов на целлюлозе. Производили посев культуры на полоски фильтровальной бумаги, помещенные одним концом в жидкую питательную среду Чапека в пробирках. Посевы инкубировали 10 суток. Рост *T. longibrachiatum* оценивали в баллах от 0 до 4, где: 0 б. – полное отсутствие роста; 1-2 б. – слабый рост мицелия гриба, спорообразование отсутствует, отсутствие разрушенных участков целлюлозы; 3-4 б. – наличие обильного и хорошо развитого мицелия, обволакивающего целлюлозный субстрат, дegradация субстрата [1].

Фунгицидную активность микромицета *T. longibrachiatum* по отношению к грибам родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Mucor* изучали методом агаровых блоков на твердой картофельно-сахарозной питательной среде. Культуры инкубировались при температуре  $27 \pm 0,5$  °C, учет проводили на 5-е сутки культивирования. Отмечали рост тест-гриба, степень ингибирования роста мицелия антагониста по диаметру зоны роста исследуемой культуры, характер их взаимодействия.

Фитотоксичность микромицета *T. longibrachiatum* определяли по прорастанию семян обработанных сельскохозяйственных культур – ярового ячменя и яровой пшеницы. По 100 семян для каждого варианта эксперимента замачивали в культуральной жидкости *T. longibrachiatum* (разведение 1:10) и дистиллированной воде (контроль) на 24 ч, после чего семена проращивали на влажной фильтровальной бумаге в чашках Петри [4]. Количество проросших семян и длину ростков определяли на 7-е сутки после обработки культуральной жидкостью микромицета.

Все опыты проводились в трех повторностях.

**Результаты и их обсуждение.** При культивировании микромицета *T. longibrachiatum* на целлюлозном субстрате наблюдали интенсивный рост гриба по всей поверхности фильтровальной бумаги, а также истончение субстрата (рис. 1). Таким образом, рост исследуемой культуры биодеструктора целлюлозы оценили в 3 балла, что говорит о высокой целлюлолитической активности данного штамма.



Рисунок 1 – Рост культуры *T. longibrachiatum* на целлюлозном субстрате

Антагонистическая активность *Trichoderma longibrachiatum* по отношению к грибам родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor* и *Rhizopus* представлена на рис. 2.

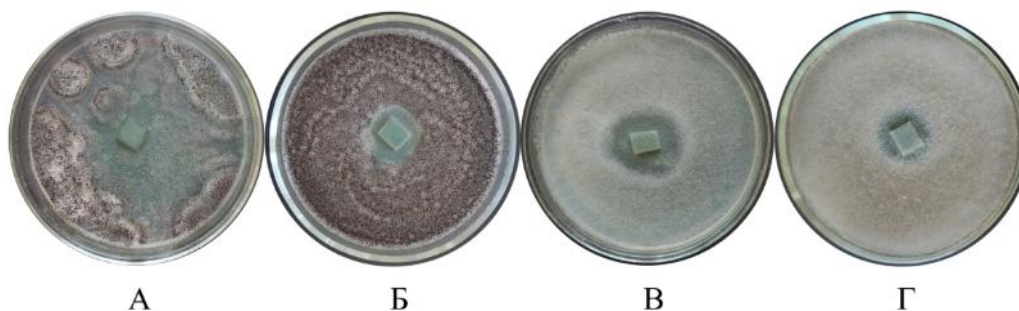


Рисунок 2 – Антагонистическая активность грибов *T. longibrachiatum* против:  
А - *Alternaria*, Б - *Aspergillus*, В - *Mucor*, Г - *Rhizopus*

При совместном культивировании гриба-антагониста *T. longibrachiatum* и *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor* и *Rhizopus* на пятые сутки наблюдали ограничение роста тест-культуры и развитие микромицета р. *Trichoderma*. Важно отметить, что использованный штамм *T. longibrachiatum* проявляет различную антагонистическую активность в зависимости от тест-культуры микромицета, против которого направлено его действие. Это можно наблюдать по отличительным значениям диаметра зоны роста культуры-антагониста (табл. 1).

Таблица 1. Антагонистическая активность *T. longibrachiatum* по отношению к тест-культурам фитопатогенных грибов

Тест-культура	Средний диаметр зоны роста <i>T. longibrachiatum</i> , мм	Диаметр зоны роста <i>T. longibrachiatum</i> , %
<i>Alternaria</i>	54	60,00
<i>Aspergillus</i>	15	16,67
<i>Mucor</i>	25	27,78
<i>Rhizopus</i>	13	14,44

Как видно из табл. 1, наиболее сильный антагонизм штамм *Trichoderma longibrachiatum* проявляет против грибов родов *Alternaria* (зона роста составила 60,00 % от диаметра чашки Петри) и *Mucor* (27,78 %). Против микромицетов р. *Rhizopus* и р. *Aspergillus* исследуемая культура проявляет более умеренный антагонизм (менее 17 %).

Таким образом, взятый за основу биодеструктора стерни микромицет *Trichoderma longibrachiatum* проявляет фунгицидную активность по отношению ко всем исследуемым фитопатогенам (*Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*) в разной степени. Причем наибольшее ингибирование роста наблюдается в отношении культуры гриба р. *Alternaria*.

На рис. 3 представлено влияние обработки семян пшеницы культуральной жидкостью *Trichoderma longibrachiatum* (Б) по сравнению с контрольными семенами, замоченными в дистиллированной воде (А). Семена проросли во всех вариантах эксперимента, однако использование *T. longibrachiatum* способствовало увеличению доли проросших семян и длины ростков в среднем на 14,4 % и 19,7 % соответственно (табл. 2).

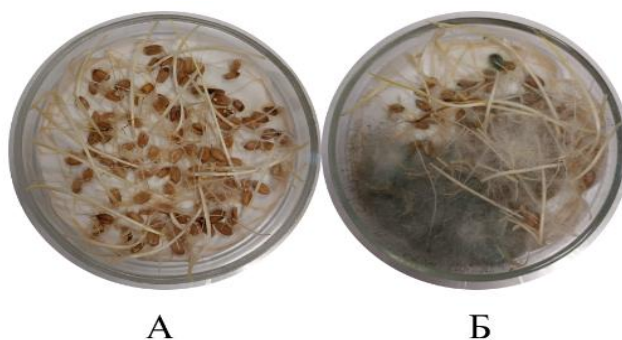


Рисунок 3 – Проращение семян яровой пшеницы: А – контроль, Б – обработка культуральной жидкостью *T. longibrachiatum*

Таблица 2. Влияние *T. longibrachiatum* на проращение сельскохозяйственных культур

Сельскохозяйственная культура	Доля проросших семян, %		Средняя длина ростков, мм	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Яровая пшеница	72	81	47	58
Яровой ячмень	68	79	44	51

### Выводы

1. Микромицет *Trichoderma longibrachiatum* способен разлагать целлюлозосодержащие субстраты, что делает его подходящим для основы биопрепарата-деструктора стерни.

2. Исследуемая культура *Trichoderma longibrachiatum* обладает разной степенью фунгицидной активности по отношению к фитопатогенным грибам родов *Alternaria*, *Aspergillus*, *Mucor* и *Rhizopus*; проявляет умеренный антагонизм против грибов родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, сильный антагонизм против *Alternaria*.

3. Штамм *T. longibrachiatum* не является токсичным по отношению к сельскохозяйственным растениям, способствует проращению семян.

4. Биопрепарат, разработанный на основе микромицета *Trichoderma longibrachiatum*, может быть использован в качестве биодеструктора растительных остатков, биофунгицида в отношении фитопатогенных грибов, а также препарата для предпосевной обработки семян.

### Список литературы

1. Вырасткова, К. А. Исследование природных изолятов микромицетов на целлюлозолитическую активность / К. А. Вырасткова, И. Г. Широких // *Advanced Science*. – 2017. – № 1(5). – С. 2.

2. Куликова А.Х., Сайдышева Г.В., Лашенков А.Н. Сравнительная эффективность интенсивной и биологизированной технологий возделывания в формировании запасов продуктивной влаги под посевами и урожайности гороха // *Вестник Ульяновской ГСХА*. – 2022. – №4 (60).

3. Цховребов В.С., Фаизова В.И. Влияние сжигания растительных остатков озимой пшеницы на численность микроорганизмов и агрохимические показатели чернозема обыкновенного // *Агрохимический вестник*. – 2020. – №6.

4. T. V. Sklyar, O. A. Drehval, N. V. Cherevach, V. L. Matyukha, V. V. Sudak, S. S. Yaroshenko, N. V. Kuragina, Y. V. Lykholat, N. O. Khromykh, O. O. Didur, K. V. Lavrentieva, O. A. Lykholat Antagonistic activity of microorganisms isolated from chernozem against plant pathogens // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2020. – №1.

### References

1. Vyrastkova, K. A. Investigation of natural isolates of micromycetes on cellulolytic activity / K. A. Vyrastkova, I. G. Shirokikh // *Advanced Science*. – 2017. – № 1(5). – P. 2.

2. Kulikova A.H., Saidyasheva G.V., Lashchenkova A.N. Comparative effectiveness of intensive and biologized cultivation technologies in the formation of productive moisture reserves under crops and pea yields // *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*. – 2022. – №4 (60).

3. Tskhovrebov V.S., Faizova V.I. The effect of burning plant residues of winter wheat on the number of microorganisms and agrochemical parameters of ordinary chernozem // *Agrochemical Bulletin*. – 2020. – № 6.

4. T. V. Sklyar, O. A. Drehval, N. V. Cherevach, V. L. Matyukha, V. V. Sudak, S. S. Yaroshenko, N. V. Kuragina, Y. V. Lykholat, N. O. Khromykh, O. O. Didur, K. V. Lavrentieva, O. A. Lykholat Antagonistic activity of microorganisms isolated from chernozem against plant pathogens // *Ukrainian Journal of Ecology*. – 2020. – № 1.

## ОЦЕНКА СУКЦЕССИОННОЙ ДИНАМИКИ ДРЕВЕСНОГО ЯРУСА ВОРОНЕЖСКОЙ НАГОРНОЙ ДУБРАВЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ШКАЛ

А.И. Кирик<sup>1,2</sup>, Т.М. Парахневич<sup>2</sup>, В.Т. Попова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

**Аннотация.** Для характеристики сукцессионных изменений в статье рассмотрена методика использования значений экологических параметров местообитаний по шкалам Д.Н. Цыганова. Геоботанические описания, заложенных на пробных площадках в Воронежской нагорной дубраве, были обработаны в программе *EcoScaleWin*. На основе анализа максимальных и минимальных значений по исследованным экологическим параметрам четырёх лесообразующих видов (*Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*) было установлено, что клён платановидный обладает повышенными средними значениями обилия по сравнению с другими видами. На участках дубравы, где будет продолжаться наблюдаемая в настоящее время сукцессионная тенденция, связанная с выпадением дуба из древостоя, место эдификатора будет занимать *Acer platanoides*.

**Ключевые слова:** Воронежская нагорная дубрава, древесный ярус, сукцессия, эдификаторы, экологические шкалы.

## ASSESSMENT OF SUCCESSIONAL DYNAMICS OF THE TREE STORY OF THE VORONEZH UPLAND OAK GROVE USING ECOLOGICAL SCALES

A.I. Kirik<sup>1,2</sup>, T.M. Parakhnevich<sup>2</sup>, V.T. Popova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University, Voronezh, Russia

<sup>2</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

**Abstract.** To characterize successional changes, the article discusses the method of using the values of environmental parameters of habitats according to the scales of D.N. Tsyganova. Geobotanical descriptions laid on sample plots in the Voronezh mountain oak forest were processed in the *EcoScaleWin* program. Based on the analysis of the maximum and minimum values for the studied environmental parameters of four forest-forming species (*Quercus robur*, *Fraxinus*



excelsior, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*), it was found that the sycamore maple has increased average abundance values compared to other species. In oak forest areas where the currently observed successional trend associated with the loss of oak from the tree stand will continue, *Acer platanoides* will take the place of the edicator.

**Keywords:** Voronezh upland oak grove, tree layer, succession, edicators, ecological scales.

### **Введение**

Одним из важнейших критериев оценки состояния растительного покрова является анализ интенсивности сукцессионных процессов в экосистемах. Проблема установления скорости развития и прогнозирования дальнейшей динамики растительного покрова приобретает особую актуальность в лесных биогеоценозах. Доминантный ярус, представленный деревьями, развивается относительно медленно и оказывает сильное эдификаторное воздействие на окружающую среду, что нивелирует проявление признаков изменений в растительном покрове. Флористический состав при наличии сложившегося древостоя практически не меняется, стабильно число ярусов. Однако процессы трансформации растительного покрова не останавливаются, очевидно, что для их фиксации необходимо использовать несколько критериев и проводить анализ больших выборок. В настоящее время при обработке данных геоботанических описаний с использованием нового программного обеспечения стало возможным снова вернуться к использованию экологических шкал различных авторов [7, 8, 9].

**Цель исследования.** Установить особенности сукцессионной динамики древесного яруса Воронежской нагорной дубравы с использованием экологических шкал Д.И. Цыганова.

**Материалы и методы исследования.** При проведении исследований, результаты которых представлены в статье, были использованы данные 51 геоботанического описания, проанализированные в программе *EcoScaleWin* [5] с использованием метода вычисления средневзвешенной середины интервала по экологическим шкалам Д.И. Цыганова. На пробных площадках учитывался флористический состав и обилие видов по шкале Браун-Бланке [3, 4]. Объектом исследования является Воронежская нагорная дубрава. Как и многие другие экосистемы европейской части России, данный природно-территориальный комплекс значительно пострадал от антропогенной деятельности. Вырубка дубравы в разные периоды привела к серьезной перестройке древесного яруса [2]. Большая часть современного государственного природного заказника областного значения «Воронежская нагорная дубрава» общей площадью 7043,3 га представляет собой порослевую дубраву, в которой идет процесс выпадения дуба черешчатого [6].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В результате проведенных расчетов были установлены значения баллов и дана характеристика сложившихся условий по экологическим шкалам, которые можно объединить в 3 группы (табл. 1.)

Таблица 1. Характеристика растительного покрова по шкалам Д.Н. Цыганова

№ п/п	<i>Hd</i> (шкала увлажнения почв)	<i>Nt</i> (шкала богатства почв азотом)	<i>Rc</i> (шкала кислотности почв)	<i>Lc</i> (шкала освещенности – затенения)
1.	сухолесолуговая – свежелесолуговая (11,5-12,0)	достаточно обеспеченных азотом почв (7,0-7,5)	слабокислых почв (рН=5,5-6,5)	светлых лесов - полуоткрытых пространств (4,0-4,5)
2.	сухолесолуговая - влажно-лесолуговая (12,5-13,0)	достаточно обеспеченных азотом почв (7,0-7,5)	слабокислых почв/нейтральных почв	полуоткрытых пространств - тенистых лесов (5,5-6,0)
3.	свежелесолуговая – сухолесолуговая (11,0-11,5)	бедных азотом почв достаточно обеспеченных азотом почв (6,0)	слабокислых почв (рН=5,5-6,5)	светлых лесов - полуоткрытых пространств (4,0-4,5)

Как следует из данных, представленных в табл. 1, значения средневзвешенной середины интервала не показали сколько-нибудь значимых различий в характере растительности. Полученный результат связан с тем, что растения разных жизненных форм обладают широкой экологической амплитудой и сами, в определённой степени, нивелируют действие окружающей среды.

Для того, что привести все полученные значения к «общему знаменателю», были определены средние нормированные значения [1] для каждого экологического фактора. Полученные значения были суммированы и, таким образом, удалось разделить площадки на 3 группы с условными «высокими», «средними» и «низкими» нормированными значениями средневзвешенных средин интервала по учитываемым экологическим факторам (табл. 2).

Таблица 2. Распределение пробных площадок по средним нормированным значениям

Номера пробных площадок	Диапазон средних нормированных значений
1-3, 5, 6, 8,9, 11, 12, 13, 15-19, 22-32, 35-38, 40-42, 44, 47, 49	1,92-2,71 («средняя» группа)
4, 14, 33, 34, 45, 46, 50, 51	2,86-3,36 («высокая» группа)
7, 10, 20, 21, 39, 43, 48	1,00-1,82 («низкая» группа)

Для того, чтобы определить взаимное расположение доминанты древесного яруса в пределах выделенных экологических пространств была разработана диаграмма, представленная на рис. 1.

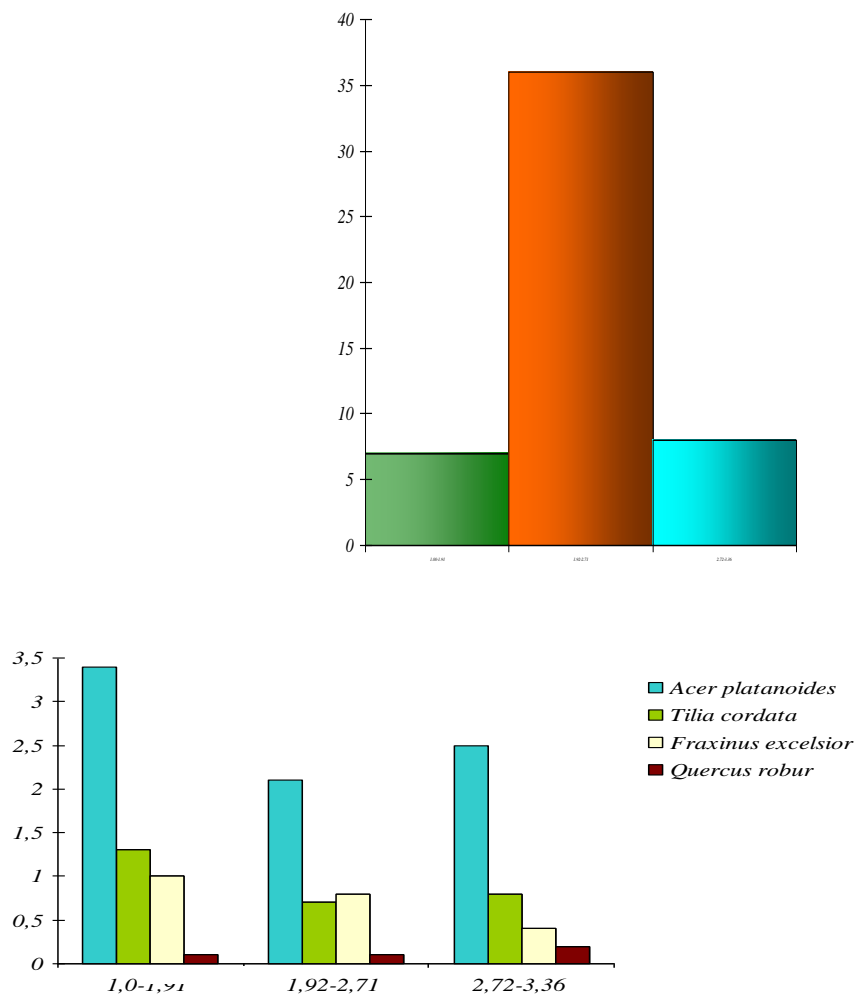


Рисунок 1 – Распределение среднего обилия в различных экологических пространствах, образуемых растительным покровом Воронежской нагорной дубравы

В ней учитывались следующие переменные: количество площадок, отнесенных к той или иной группе, которые выделялись по средним нормированным значениям, и среднее обилие деревьев на соответствующих площадках по шкале Браун-Бланке.

Из полученных данных следует, что обилие популяций доминантов древесного яруса в различных экологических пространствах варьирует в значительном диапазоне. В местообитаниях «средней», самой распространенной группы, наименьшее обилие имеет дуб черешчатый, что подтверждает тенденцию его постепенного выпадения из лесного сообщества. Ясень и липа имеют близкие значения обилия в среднем диапазоне, но сильно расходятся при изменении освещенности. При усилении затенения («высокая» группа), а также его снижении, обилие липы (*Tilia cordata*) растет относительно ясеня.

Наибольшее обилие во всех диапазонах имеет клен платановидный (*Acer platanoides*). Вероятно, популяции этого вида в ближайшее время будут увеличить свои площади. Созидификатором, как следует из диаграммы, будет липа мелколистная.

### Заключение

Таким образом, процесс преобразования дубравы в липово-кленовый лес принял необратимый последовательный характер. Взрослые особи дуба, возникшие семенным путем, еще долго будут оставаться в древесном ярусе Воронежской нагорной дубравы, но, как и в настоящее время, эти отдельные особи будут составлять лишь незначительную часть древостоя лесного сообщества.

### Список литературы

1. Кирик А.И. Оценка устойчивости лесных сообществ на территории Воронежской нагорной дубравы (г. Воронеж) / А.И. Кирик, Т.М. Парахневич, А.А. Камаева, А.И. Парахневич // Московский экономический журнал. 2023. № 8. doi: 10.55186/2413046X\_2023\_8\_8\_390
2. Харченко Н.А. Деградация дубрав Центрального Черноземья / Н.А. Харченко, В.Б. Михно, Н.Н. Харченко и др. – Воронеж, 2010. – 604 с.
3. Маевский, П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России / П.Ф. Маевский. – Москва, 2006. – 600 с.
4. Миркин, Б.М. Методические указания для практикума по классификации растительности методом Браун-Бланке / Б.М. Миркин. – Уфа, 1985. – 34 с.
5. Ханина Л.Г. Ценофонд лесов Европейской России. - Режим доступа: <http://cepl.rssi.ru/bio/flora/reestr1.htm>
6. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. В 2 кн. Кн. 1 / отв. ред. О.В. Смирнова ; Центр экологии и продуктивности лесов. – Москва : Наука, 2004. – 479 с.
7. Berg C., Welk E., Jäger E.J. Revising Ellenberg's indicator values for continentality based on global vascular plant species distribution. – Appl. Veg. Sci. – 2017, – Vol. 20 – pp. 482–493.
8. Smart S.M., Scott W.A. Bias in Ellenberg indicator values – problems with detection of the effect of vegetation type // J. Veg. Sci. – 2004. – Vol. 15 – pp. 843–846.
9. Tyler T., Herbertsson L., Olofsson J., Olsson P.A. Ecological indicator and traits values for Swedish vascular plants. – Ecol. Indic. – 2021. – Vol. 120.

### References

1. Kirik A.I. Assessment of the sustainability of forest communities on the territory of the Voronezh upland oak forest (Voronezh) / A.I. Kirik, T.M. Parakhnevich, A.A. Kamaeva, A.I. Parakhnevich // Moscow Economic Journal. 2023. № 8. doi: 10.55186/2413046X\_2023\_8\_8\_390
2. Kharchenko N.A. Degradation of oak forests of the Central Chernozem region / N.A. Kharchenko, V.B. Mikhno, N.N. Kharchenko et al. Voronezh, 2010. – 604 p.
3. Mayevsky, P.F. Flora of the middle zone of the European part of Russia / P.F. Mayevsky. – M., 2006. – 600 p.

4. Mirkin, B.M. Methodological guidelines for a workshop on vegetation classification by the Brown-Blank method / B.M. Mirkin – Ufa, 1985. – 34 p.
5. Khanina L.G. Cenofund of forests of European Russia. – Access mode: <http://cepl.rssi.ru/bio/flora/reestr1.htm>.
6. Eastern European forests: history in the Holocene and modernity. In 2 books of Book 1/ Ed. by O.V. Smirnov // Center for Ecology and productivity of forests. – M.: Nauka, 2004. – 479 p.
7. Berg C., Welk E., Jäger E.J. Revising Ellenberg's indicator values for continentality based on global vascular plant species distribution. – *Appl. Veg. Sci.* – 2017, – Vol. 20 – pp. 482–493.
8. Smart S.M., Scott W.A. Bias in Ellenberg indicator values—problems with detection of the effect of vegetation type. – *J. Veg. Sci.* – 2004. – Vol. 15 – pp. 843–846.
9. Tyler T., Herbertsson L., Olofsson J., Olsson P.A. Ecological indicator and traits values for Swedish vascular plants. – *Ecol. Indic.* – 2021. – Vol. 120.

## РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ЛИСТВЕННИЦЫ КАЯНДЕРА (*LARIX CAJANDERI*) В УСЛОВИЯХ ИНТРОДУКЦИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Е. Кулаков

*ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех», г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Сохранение и восстановление биологического разнообразия, как одна из основных форм природоохранной деятельности невозможна без изучения состояния, продуктивности интродуцентов с учетом влияния климатических факторов. В рамках исследований изучены особенности формирования ранней и поздней древесины лиственницы Каяндера с учетом метеорологических параметров. Среди основных макроструктурных показателей древесины определена средняя ширина годичного слоя, доля ранней и поздней древесины. После проведения стандартизации и индексирования была получена обобщающая хронология, которая имеет слабую автокорреляционную составляющую. Установлено, что в первые 10 лет развития растений доля поздней древесины составляет 31,3%. На стадии жердяка ее доля увеличивается до 41,9%. Постепенное снижение прироста начинается с 40-летнего возраста, когда средний за год прирост составляет 1,1 мм. Отмечено, что на формирование ранней древесины оказывают влияние температуры июля ( $r = 0,46$ ), августа ( $r = 0,60$ ) и сентября ( $r = 0,36$ ). Формирование поздней древесины обусловлено влиянием положительных температур мая ( $r = 0,41$ ), июля ( $r = 0,47$ ) и августа ( $r = 0,61$ ). По количеству осадков слабая связь на прирост древесины наблюдается мартовскими ( $r = 0,23$ ) апрельскими ( $r = 0,11$ ) осадками.

**Ключевые слова:** лиственница Каяндера, метеопараметры, ранняя и поздняя древесина, ход роста.

## RADIAL GROWTH OF CAJANDERA LARCH (*LARIX CAJANDERI*) IN THE CONDITIONS OF THE INTRODUCTION OF THE VORONEZH REGION

E.E. Kulakov

*All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology,  
Voronezh, Russia*

**Abstract.** Conservation and restoration of biological diversity, as one of the main forms of environmental protection activities, is impossible without studying the condition and productivity of

introduced species, taking into account the influence of climatic factors. As part of the research, the features of the formation of early and late Kayander larch wood were studied, taking into account meteorological parameters. Among the main macrostructural indicators of wood, the average width of the annual layer, the proportion of early and late wood are determined. After standardization and indexing, a generalizing chronology was obtained, which has a weak autocorrelation component. It was found that in the first 10 years of plant development, the proportion of late wood is 31.3%. At the perch stage, its share increases to 41.9%. The gradual decrease in growth begins at the age of 40, when the average annual increase is 1.1 mm. It is noted that the formation of early wood is influenced by the temperatures of July ( $r = 0.46$ ), August ( $r = 0.60$ ) and September ( $r = 0.36$ ). The formation of late wood is due to the influence of positive temperatures in May ( $r = 0.41$ ), July ( $r = 0.47$ ) and August ( $r = 0.61$ ). In terms of precipitation, a weak link to wood growth is observed by March ( $r = 0.23$ ) April ( $r = 0.11$ ) precipitation.

**Keywords:** the larch of the Cajandera, meteor –parameters, early and late wood, the course of growth.

### **Введение**

В настоящее время проводятся многочисленные исследования отклика лесных экосистем и их компонентов на метеорологические параметры в различных районах произрастания [4,5]. Однако исследования в данном направлении не дают однозначный ответ на прямые и обратные связи между локальными и глобальными изменениями климата. Особенно широко в дендроэкологических исследованиях используется метод древесно-кольцевого анализа. В связи с этим представляется актуальным изучение особенностей хода роста в культурах лиственницы Каяндера. Цель работы - оценка интенсивности годичного прироста ранней и поздней древесины с учетом метеорологических параметров.

**Материал и методы исследования.** Объектом исследований послужили культуры лиственницы Каяндера произрастающие в дендрарии ФГБУ ВНИИЛГИСбиотех. Участок расположен в квартале 53 Правобережного лесничества. Культуры лиственницы заложены в 1976 году на площади 0,1 га под руководством Ивановой И.И. Перед посадкой была проведена сплошная вспашка по раскорчеванной лесосеке. Размещение посадочных мест  $1 \times 1,5$ . Тип почвы – серые суглинистые. Рубки ухода и удаление поваленных деревьев не проводились.

Первичные данные обрабатывались общепринятыми методами биометрии [3,7]. Определение основных параметров макроструктуры – средней ширины годичного слоя, содержания поздней древесины и числа годичных слоев в 1 см – осуществлялось в соответствии с ГОСТ 16483.18-72 [2]. Отбор кернов проводился на высоте 1,3 м с помощью бурава Пресслера. Анализ проводился по данным 10 кернов. Для расчета связей климатических факторов с индексами ширины годичных колец были использованы метеорологические данные о сумме температур с марта (III) по октябрь (X) за период 1976-2023 г. метеостанции Воронежской ЦГМС [1].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Исследуемые культуры лиственницы представляет собой одновозрастные, чистые по составу (10Лц), низкополнотные древостои. Длина полученной хронологии составляет 46 лет. Величина радиального годичного прироста деревьев лиственницы Каяндра, варьирует в довольно больших пределах (от 0,1 до 25 мм). Изменения прироста ранней и поздней древесины за период с 1976 по 2023 г. представлены на рисунке 1.

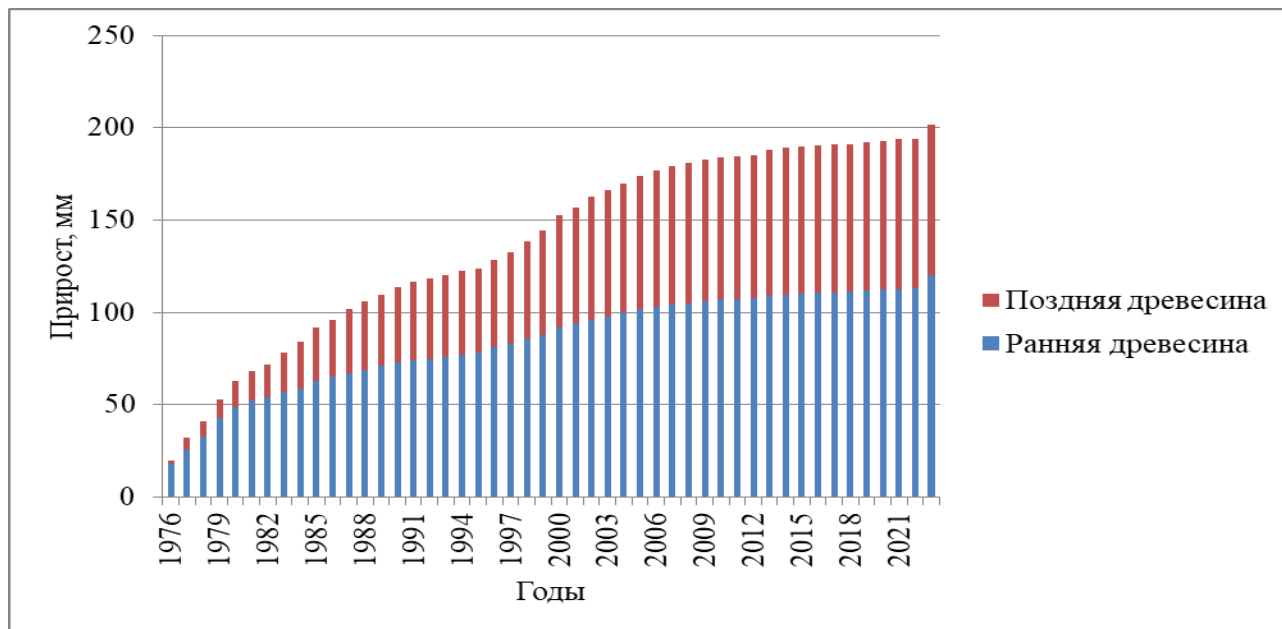


Рисунок 1 – Ход роста *larix cajanderi* в культурах дендрария ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех»

Анализ рисунка 1 показывает, что в 10-летнем возрасте средний прирост составляет 6,3 мм/год. Отмечено, что до 10-летнего возраста для лиственницы наблюдается слабое влияние густоты на прирост, однако по мере смыкания крон оно возрастает. Материалы исследований подтверждают исследования И.Н. Павлова (2004) об отсутствии влияния на радиальный прирост в одновозрастных культурах [6]. В фазе интенсивного роста (жердяка) у культур лиственницы Каяндра наблюдается активный прирост, который составляет 2,2 мм/год у ранней и 1,3 мм/год у поздней древесины. Плавное снижение прироста наблюдается с 40-летнего возраста.

Для деревьев, находящихся в однородных климатических условиях, но развитие, которых связано с особенностями режима увлажнения почв, важную роль играют атмосферные осадки и температурный режим периода вегетации. Температура воздуха может оказывать влияние на все ростовые процессы непосредственно через усиление или угнетение всех физиологических реакций и опосредованно – через транспирацию деревьев и регуляцию влажности корнеобитаемого слоя почвы. Поэтому важно оценить рост годичных колец с учетом сезонного развития. Для этого были рассчитаны корреляционные связи, где в качестве зависимых переменных использовались индексы прироста лиственницы, а в качестве независимых переменных – метеорологические параметры с марта по октябрь.



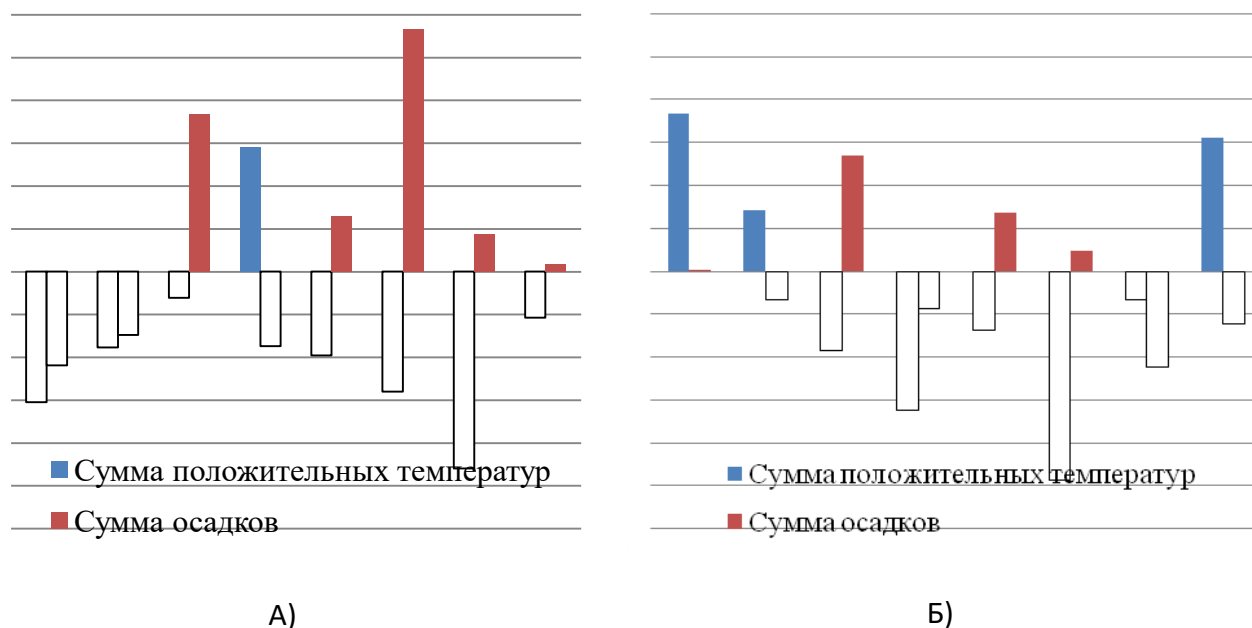


Рисунок 2 – Корреляционные связи между индексом ширины слоя ранней (А), поздней (Б) древесины и метеорологическими параметрами.

Анализ коэффициентов корреляции показывает, что положительные температуры в первый период (конец мая – начало июня) играют определяющую роль в величине радиального прироста стволовой древесины, потому на данном этапе происходит ускорение физиологических процессов после состояния зимнего покоя. По количеству осадков слабая связь на прирост древесины наблюдается мартовскими ( $r = 0,23$ ) апрельскими ( $r = 0,11$ ) осадками.

### Заключение

Таким образом, исследования древостоя лиственницы Каяндера в дендрарии ФГБУ ВНИИЛГИСбиотех показывают, что наблюдается зависимость параметров изменчивости прироста ранней и поздней древесины от метеорологических параметров. Установлено, что на ширину годичного кольца значительное влияние оказывают положительные температуры в начале вегетационного периода и количество осадков в мае. Жаркий июнь, июль отрицательно влияют на радиальный прирост лиственницы. Отмечена тесная связь количество осадков мая с радиальным приростом ранней древесины лиственницы. Это объясняется тем, что приросты положительно связаны с количеством осадков лишь в начале вегетационного периода, когда формируется ранняя древесина. В дальнейшем в течение вегетационного сезона на рост по диаметру влияние осадков незначительно. Роль естественного роста и развития на радиальный прирост в основном проявляется в возрасте до 10 лет.

### Список литературы

1. Воронежский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Центрально-Черноземное

управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». URL: <https://www.cgms.ru/> (Дата обращения 01.02.2024 г.).

2. ГОСТ 16483.18-72 Метод определения числа годовых слоев в 1 см и содержания поздней древесины в годовичном слое. Дата введения 1984-07-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов. – 1984. – 4 с.

3. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебник для вузов. М.: Высш. шк., 1973. 343 с.

4. Мазепа В.С., Дэви Н.М. Образование многоствольных жизненных форм деревьев лиственницы сибирской в экотоне верхней границы леса на Полярном Урале как индикатор изменения климата // Экология, 2007. № 6. С. 471–475.

5. Муратова Е.Н., Шиятов С.Г., Залесов С.В., Мочалов С.А. Междунар. конф. «Влияние изменения климата на бореальные и умеренные леса» (Россия, Екатеринбург, 5–10 июня 2006 г.) // Лесоведение, 2007. № 1. С. 74–76.

6. Павлов И.Н. К методике анализа взаимовлияния деревьев в лесных культурах / И.Н. Павлов, О.А. Барабанова, С.Ю. Гортман // Лесной и химический комплексы: проблемы и решения. Сборник статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск, 2004. – Т.1. – С. 294-299.

7. Плохинский Н.А. Биометрия: Учебник для вузов. М.: Высш. шк., 1970. 343 с

### References

1. Voronezh Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring is a branch of the Federal State Budgetary Institution "Central Chernozem Department for Hydrometeorology and Environmental Monitoring". URL: <https://www.cgms.ru/> (Accessed 02.01.2024).

2. GOST 16483.18-72 Method for determining the number of annual layers in 1 cm and the content of late wood in the annual layer. Date of introduction 1984-07-01. – Moscow: IPK Publishing House of Standards. - 1984. – 4 p.

3. Lakin G.F. Biometrics: Textbook for universities. M.: Higher School, 1973. 343 p.

4. Mazepa V.S., Davi N.M. Formation of multi-stemmed life forms of Siberian larch trees in the ecotone of the upper forest boundary in the Polar Urals as an indicator of climate change // Ecology, 2007. No. 6. pp. 471-475.

5. Muratova E.N., Shiyatov S.G., Zalesov S.V., Mochalov S.A. International Conference "The impact of climate change on boreal and temperate forests" (Russia, Yekaterinburg, June 5-10, 2006) // Forestry, 2007. No. 1. pp. 74-76.

6. Pavlov I.N. To the methodology of analyzing the mutual influence of trees in forest crops / I.N. Pavlov, O.A. Barabanova, S.Yu. Hartman // Forest and chemical complexes: problems and solutions. Collection of articles based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference. – Krasnoyarsk, 2004. – vol. 1. – pp. 294-299.

7. Plokhinsky N.A. Biometrics: Textbook for universities. M.: Higher School, 1970. 343 p.

**РАЗВИТИЕ ПСЕВДОТСУГИ МЕНЗИСА (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* (MIRB.)  
FRANCO) НА ТЕРРИТОРИИ ДЕНДРАРИЯ ХРЕНОВСКОГО ЛЕСНОГО КОЛЛЕДЖА**

И.С. Левин

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

**Аннотация.** Для решения задач сохранения экологического потенциала в защитных лесах лесостепного района европейской части России предусматривается разработка и применение технологий, обеспечивающих сохранение экологических функций лесов и их биологического разнообразия, где допускается при лесоразведении введение в состав пород-интродуцентов. С целью изучения развития *псевдотсуги Мензиса*, как породы-интродуцента, в лесостепном районе европейской части России (на примере дендрария Хреновского лесного колледжа Воронежской области) были проведены исследования, в результате которых установлены: ее высокий запас древесины (681,4 м<sup>3</sup>/ га) и здоровое жизненное состояние (94,1%) при степени поврежденности насаждения 5,9% и выявлены особенности развития. Отсюда выводом следует считать следующее: на основании проведения дальнейших исследований эколого-биологического потенциала породы должно быть обеспечено внедрение ее в производство с целью получения устойчивого биоразнообразия в озеленительных насаждениях и агроландшафтах, особенно лесостепной и степной зон юга Русской равнины.

**Ключевые слова:** ареал; высота дерева; диаметр ствола; интродукция; запас древесины; псевдотсуга Мензиса.

**DEVELOPMENT OF PSEUDOTSUGA MENZIESII (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* (MIRB.)  
FRANCO) ON THE TERRITORY OF THE ARBORETUM OF THE KHRENOVSKOY  
FOREST COLLEGE**

I.S. Levin

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** In order to solve the problems of preserving the ecological potential in protective forests of the forest-steppe region of the European part of Russia, it is envisaged to develop and apply technologies that ensure the preservation of ecological functions of forests and their biological diversity, where the introduction of introduced species is allowed during afforestation. In

order to study the development of *Pseudotsuga menziesii* as an introduced species in the forest-steppe region of the European part of Russia (on the example of the arboretum of the Khrenovskoy Forest College of the Voronezh region), studies were carried out, which revealed: its high wood stock (681.4 m<sup>3</sup>/ha) and healthy vital state (94.1%) with the degree of damage to the plantation 5.9% and revealed the features of development. Hence, the following conclusion should be considered: based on further studies of the ecological and biological potential of the species, its introduction into production should be ensured in order to obtain sustainable biodiversity in plantations and agrolandscapes, especially in the forest-steppe and steppe zones of the southern Russian Plain.

**Keywords:** area; height of the tree; diameter of the trunk; introduction; stock of wood; *pseudotsuga Menziesii*.

### Введение

В связи с возрастающим негативным влиянием ряда факторов, как антропогенного, так и природного происхождения на процесс лесовыращивания и исключительностью длительностью самого процесса (100 и более лет) в целях лесоводства должно учитываться удовлетворение потребности не только в вещественных продуктах леса, но и в его экологических и социальных услугах. Леса лесостепного района европейской части России относятся к защитным лесам и выполняют средообразующие и экологические функции. При решении задач сохранения экологического потенциала в этих лесах предусматривается разработка и применение технологий, обеспечивающих сохранение экологических функций лесов и их биологического разнообразия, включая методы использования лесов, имитирующие их естественную динамику и обеспечивающие формирование разновозрастных многопородных насаждений. Для этого применение интродукции ряда древесных пород, как было, так и остается весьма актуальным. Благодаря интенсивному росту и ценной древесине, псевдотсуга Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) давно и широко культивируется за пределами естественного ареала, где ее искусственные насаждения отличаются довольно высокой производительностью [7].

Естественный ареал псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) находится на западе Северной Америки от Британской Колумбии до Калифорнии. Она образует чистые и смешанные вместе с другими хвойными, реже лиственными породами насаждения, как в прибрежной зоне Тихого океана, так и в континентальных условиях, поднимаясь в горы до высоты 2900 м [3]. Основные регионы интродукции псевдотсуги в северном полушарии — Европа; в южном полушарии - Новая Зеландия, Австралия, Чили, Аргентина, а также восточная и южная Африка. По сравнению с этими регионами степень внедрения разновидностей вида в районы севера Америки за пределы их естественного ареала весьма незначительна [7].

В России псевдотсуга нашла применение в парковых и лесных посадках лесной, степной и субтропической зон с 40-х гг. XIX столетия. Большая роль в обогащении видом флоры лесостепного района европейской части России принадлежит любителю садово-паркового строительства Д.Д. Арцыбашеву(1873-1942г.г.) и передовику своего времени Н.К.

Вехову (1887-1956г.г.), которые по собственной инициативе занимались вопросами ее интродукции на территории Лесостепной опытно-селекционной станции (Липецкая область).

Целью данной работы было изучение псевдотсуги Мензиса в лесостепном районе европейской части России (на примере дендрария Хреновского лесного колледжа Воронежской области).

**Материалы и методы исследований.** Объектом исследования служила куртина псевдотсуги Мензиса на территории дендрария ГБПОУ ВО «Хреновского лесного колледжа им. Г.Ф. Морозова» (рис.1) в кв.510, выд.14 (участок №10 дендрария) участкового лесничества Хреновского лесничества Воронежской области, представленная деревьями в количестве 25 шт. Площадь объекта составляет 0,0156 га на серой лесной почве при ТЛУ - С<sub>3</sub>. Возраст культур – 58 лет, бонитет- I, запас – 681,4 м<sup>3</sup>/ га.

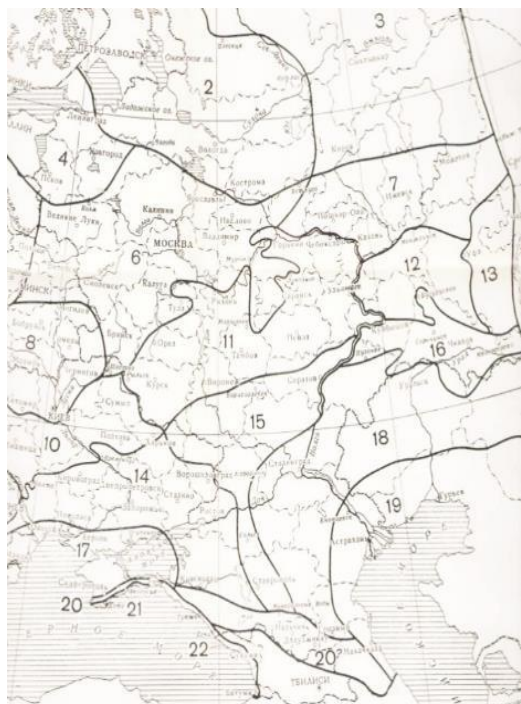


Рисунок 1 - Расположение объекта псевдотсуги Мензиса

Таксационные характеристики деревьев и насаждения определяли с использованием стандартного таксационного описания [2]. Для оценки жизненного состояния деревьев по габитуальным морфологическим признакам использовали методику В.А. Алексеева [1].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Судя по имеющимся данным [5], вид еще в начале 50-х годов XIX века был рекомендован для внедрения в лесокультурную практику и озеленение населенных пунктов в Центральной лесостепи до линии Тамбов – Саратов (10- область дуба и граба; западная часть 11- область дуба, клена и липы) (рис. 2, а). Южнее в степной зоне выращивать породу советовали в районах 14 и 15 (14- западная байрачная степь и 15- центральная байрачная степь) (рис. 2, а).

На территории России современная структура генофонда псевдотсуги Мензиса представлена такими элементами: постоянными лесосеменными участками (ПЛСУ), лесосеменными плантациями, плюсовыми насаждениями, плюсовыми деревьями и испытательными культурами. В лесостепной зоне юга Русской равнины в качестве примере можно привести объекты, расположенные на территории Воронежской области: ПЛСУ в Семилукском коллекционно-маточном дендрарии и испытательные культуры в Острогужском лесничестве [4].



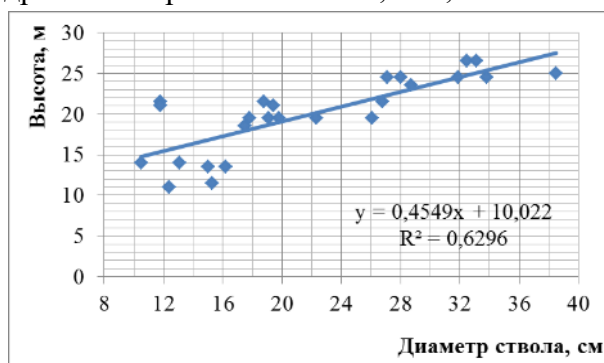
а)



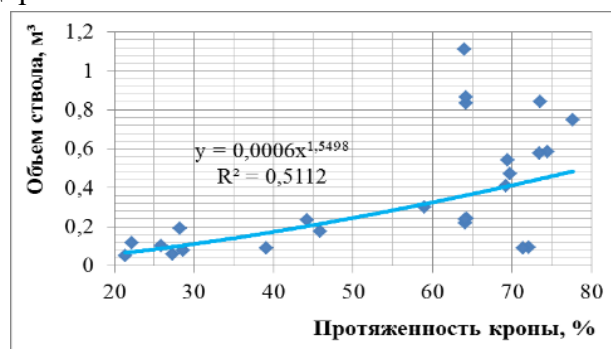
б)

Рисунок 2 – Схема деления европейской части СССР на районы применения древесных и кустарниковых пород в озеленении – а); общий вид объекта – б)

На исследуемом объекте по габитуальным морфологическим признакам деревьев с учетом запаса древесины коэффициент жизненного состояния насаждения составляет 94,1%, при котором насаждение оценивается как «здоровое» (рис. 2, б), а степень поврежденности древостоя при показателе 5,9%, также как «здоровое».



а)



б)

Рисунок 3 – Соотношения зависимостей показателей: высоты дерева от диаметра ствола – а); объема ствола от протяженности кроны – б)

Исходя из соотношения высот и диаметров стволов на высоте груди (рис. 3) можно сделать вывод о плавном протекании процесса дифференциации в насаждении, что напрямую связано с размещением деревьев на площади. Так по расчетам на настоящий момент в перерасчете на 1га на объекте по показателям следующие величины: число стволов -1602 шт.; абсолютная полнота – 68,6 м<sup>2</sup>.

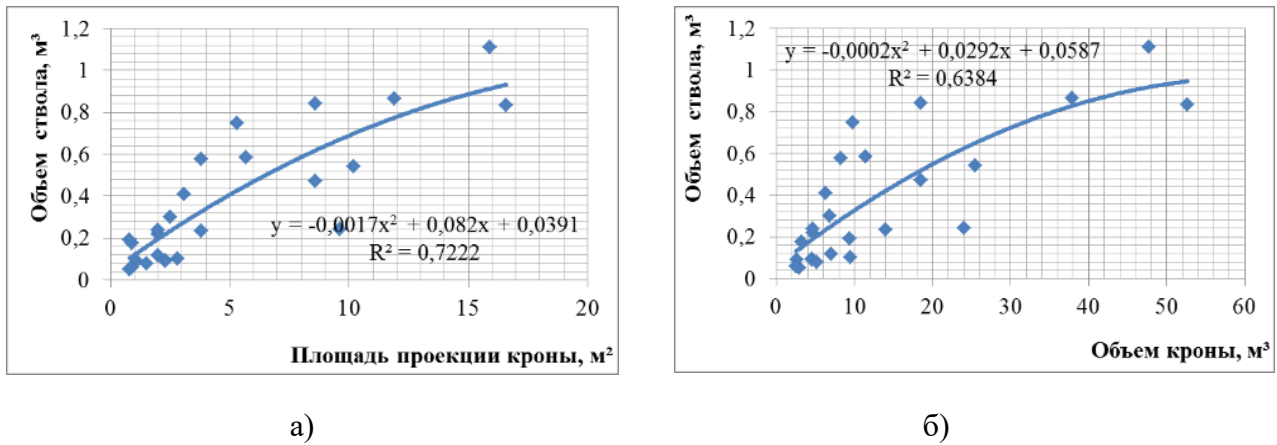


Рисунок 4 – Соотношения зависимостей показателей: объема ствола от площади проекции кроны – а); объема ствола от объема кроны – б)

В этом возрасте при бонитете I насаждение загущенное, т.к. по абсолютной полноте превышает такой показатель ( $47,78 \text{ м}^2$ ) в нормальном еловом насаждении [6] на 43,6%. При этом следует отметить, что высокий объем ствола (рис.3б) свойственен не только опушечным деревьям за счет живой части протяженности кроны.

Таблица 1. Линейная коррелятивная зависимость между таксационными показателями

	<i>Д, см</i>	<i>Н, м</i>	<i>Лпр., %</i>	<i>Скр., м²</i>	<i>Vкр., м³</i>	<i>V, м³</i>
<i>Д, см</i>	1,00					
<i>Н, м</i>	0,79	1,00				
<i>Лпр., %</i>	0,63	0,82	1,00			
<i>Скр., м²</i>	0,80	0,72	0,48	1,00		
<i>Vкр., м³</i>	0,73	0,65	0,33	0,97	1,00	
<i>V, м³</i>	0,98	0,81	0,61	0,84	0,79	1,00

Наглядно на рисунке 4 отображено влияние площади проекции кроны и объема кроны на объем ствола дерева, охарактеризованное соответствующими уравнениями полиномиальной зависимости с достаточными степенями аппроксимации. Подтверждают выше отмеченное и результаты линейной корреляционной зависимости объема ствола от таких показателей как: диаметр высоты на груди (*Д, см*)- 0,98; высота дерева (*Н, м*)- 0,81; протяженность кроны (*Лпр., %*)- 0,61; площадь проекции кроны (*Скр., м²*)- 0,84; объем кроны (*Vкр., м³*)- 0,77(табл.1).

### Выводы

Учитывая вышеизложенные результаты, псевдотсуга – это быстрорастущая и отзывчивая на благоприятные изменения экологических условий порода. Высокий запас древесины и ее жизненное состояние лишней раз подчеркивают, что в перспективе необходимы дальнейшие исследования эколого-биологического потенциала породы, на основании которых должно быть обеспечено внедрение ее в производство с целью получения устойчивого биоразнообразия в озеленительных насаждениях и агроландшафтах, особенно лесостепной и степной зон юга Русской равнины.

### Список литературы

1. Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51-57.
2. Анучин Н.П. Лесная таксация // – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 552 с.
3. Каппер О.Г. Хвойные породы (лесоводственная характеристика). – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1954.- 304с.
4. Сиволапов А.И., Левин И.С., Левин С. В., Развитие псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (mirb.) Franco) в условиях интродукции в Воронежской области Мониторинг лесных и лесомелиоративных систем, инновационные технологии лесоразведения: матер. Всероссийской научн.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения профессора И. В. Трещевского, Воронеж, 8.06. 2023// Воронеж, 2023.-С.160-169.
5. Справочник по декоративным деревьям и кустарникам европейской части СССР/ - М.: изд-во Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1953.- 530с.
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. Lavender, Denis P. and Richard K. Hermann. 2014. Douglas-fir: The Genus *Pseudotsuga*. Oregon Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. -352p.

### References

1. Alekseev, V.A. Diagnostics of the vital state of trees and stands// Forest Science. - 1989. - № 4. - Pp. 51-57.
2. Anuchin N.P. Forest taxation // - M.: Lesnaya Promstvo, 1982. - 552 p.
3. Kapper O.G. Coniferous species (silvicultural characterization).- M.-L.: Goslesbumizdat, 1954.- 304 p.
4. Sivolapov A.I., Levin I.S., Levin S. V., Development of *Pseudotsuga menziesii* (*Pseudotsuga menziesii* (mirb.) Franco) in conditions of introduction in Voronezh region Monitoring of forest and forest ameliorative systems, innovative technologies of afforestation: mater. All-Russian scientific and practical conference, dedicated to the 100th anniversary of the birth of Professor I.V. Treschevsky, Voronezh, 8.06. 2023// Voronezh, 2023.-Pp.160-169.
5. Reference book on ornamental trees and shrubs of the European part of the USSR/ -M.: publishing house of the Ministry of Municipal Economy of the RSFSR, 1953.- 530p.
6. Tretyakov N.V. Taxator's Handbook: Tables for forest taxation / N.V. Tretyakov, P.V. Gorsky, G.G. Samoilovich - M.-L. Goslesbumizdat, 1952. - 854 p.
7. Lavender, Denis P. and Richard K. Hermann. 2014. Douglas-fir: The Genus *Pseudotsuga*. Oregon Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis. -352p.



**ОБ ИНТРОДУКЦИИ КЕДРА СИБИРСКОГО В УСЛОВИЯХ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

С.В. Левин, Ю.А. Мизин

*ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии», г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Кедр сибирский, сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* du Tour.) – вид, который в условиях лесостепного района европейской части России способен обеспечить повышение продуктивности лесов и их биоразнообразия. Целью настоящей работы является обследование сосны кедровой сибирской в условиях интродукции на территории Липецкой области. При сравнительном анализе произрастания вида в условиях естественного ареала с его результатами интродукции сделано заключение о том, что на плодородных почвах Центрального Черноземного региона с учетом решения вопроса об условиях его размещения на площади можно выращивать кедр сибирский. В озеленении можно практиковать при поливе создание изначально кулис и куртин из него, исключив конкуренцию со стороны быстрорастущих пород.

**Ключевые слова:** возраст; высота дерева; диаметр ствола; интродукция; кедр сибирский; хвоя.

**ABOUT THE INTRODUCTION OF SIBERIAN CEDAR IN THE LIPETSK REGION**

S.V. Levin, Yu.A. Mizin

*All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** Siberian cedar, Siberian cedar pine (*Pinus sibirica* du Tour.)- a species that, in the conditions of the forest-steppe region of the European part of Russia, is able to increase the productivity of forests and their biodiversity. The purpose of this work is to examine Siberian cedar pine under conditions of introduction in the Lipetsk region. In a comparative analysis of the growth of the species in its natural range with its introduction results, it was concluded that Siberian cedar can be grown on fertile soils of the Central Chernozem region, taking into account the decision on the conditions of its placement on the area. In gardening, you can practice the creation of initially wings and curtains from it when watering, eliminating competition from fast-growing breeds.

**Keywords:** age; height of the tree; trunk diameter; introduction; Siberian cedar; needles.

## Введение

Лесостепной район европейской части России, в который входит Липецкая область, отличается высоким природно-экономическим потенциалом и интенсивным лесным хозяйством, что обеспечивает возможности для интродукции лесных древесных видов с целью повышения продуктивности лесов и их биоразнообразия. Также богатый вековой опыт становления и внедрения интродуцентов здесь позволяет считать благоприятными перспективы развития отечественной лесной интродукции. Но только выращивание стойких, жизнеспособных растений, сохранивших свои основные видовые признаки за пределами их естественного ареала, следует считать выполненной задачей интродуктора. Этому предшествует накопление данных о влиянии географического происхождения и экологических условий на характер их роста и развития. К сожалению, до настоящего момента для экзотов относительно медленно растущих, но имеющих немало преимуществ прижизненного функционирования (рекреационных, защитных, орехоплодных), методика лесных экономических оценок работает не сполна. К таким относится и кедр сибирский, сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica du Tour.*), вид у которого стоимость срубленной древесины с лихвой окупается ценой всего 3-5 урожаев семян [4].

Целью настоящей работы следует считать обследование сосны кедровая сибирской в условиях интродукции на территории Липецкой области.

**Материалы и методы исследований.** В Липецкой области примером долговечного произрастания кедра сибирского (170 лет) следует считать деревья, произрастающие на территории музея – усадьбы П. П. Семенова - Тян – Шанского (рис.1), а также биогруппу деревьев вида (95 лет) в пределах Липецкой опытно- селекционной станции (ЛОСС).

Таксационные характеристики деревьев устанавливали методами стандартного таксационного описания [2] и использовали при расчетах материалы [9]. Объем ствола кедра сибирского, размещенного на просторе, по причине отсутствия величины диаметра в Справочнике таксатора [9] рассчитан по формуле Г. Денцина с учетом поправки на высоту отличную от сосны в 30 м (минус 3% на 1 метр высоты) (6,45м<sup>3</sup>).



а)



б)



в)

Рисунок 1 - Деревья, произрастающие на территории музея – усадьбы П.П. Семенова - Тян–Шанского: а) на просторе; б) в окружении кленов остролистных; в) в ЛОСС.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В настоящее время кедр сибирский на территории страны, как наиболее массовый и производительный из кедровых сосен, в том числе по орехоплодности [7], продолжает естественно расселяться на запад и юг Урала. Доказана возможность, перспективность и необходимость выращивания (восстановление в прежнем ареале) хвойных пород, в том числе и кедр сибирского, в лесостепи Западной Сибири [3]. Изучением кедр сибирского на территории европейской части России занимался ряд исследователей: Докучаева М.И., Ирошников А.И., Дроздов И.И., Твеленев М.В., Титов Е.В. и другие. Сам опыт интродукции кедр сибирского в европейской части страны имеет более чем 4-вековую историю, беря начало с ритуально-декоративных ограниченных культур с XVI века [6], примером которых считаются посадки кедр сибирского на территории Толгского монастыря в 8 км от Ярославля [5]. Произрастающие на территории Липецкой области, деревья и биогруппы из кедр сибирского также несут в своей основе стремления людей получить результаты акклиматизации в новых условиях очень привлекательного во всех отношениях вида.

В сравнении с полученными данными на объектах Липецкой области для характеристики развития породы приведены таксационные показатели стандарта интенсивных кедровых садов в Западной Сибири на моменты возраста: 60-70; 100-120 и 160-180 лет [1] (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика таксационных показателей на объектах

Местонахождение объекта	Возраст, лет	Параметры среднего ствола			Бонитет
		высота, м	диаметр, см	объем ствола, м <sup>3</sup>	
Стандарты характеристик интенсивного кедрового сада					
Западная Сибирь	60-70	15	34	0,55	III-IV
	100-120	22	46	1,73	III
	160-180	25	53	2,5	III
Плюсовые деревья Алтая					
Каракокшинский ЛПХ, ур. Карайдо	215	23,7	61,8	3,37	III
Каракокшинский ЛПХ, ур. Каяшта	248	25,9	73,7	5,15	III
Горно-Алтайский ОЛКТ, ур. Пыжа	220	26,3	60,9	3,52	III
Чойский ЛПХ, ур. Уймень	218	27,2	69,7	4,79	II
Деревья музея – усадьбы П. П. Семенова - Тянь-Шанского и ЛОСС					
Дерево на просторе	170	20,5	96,4	6,45	IV
Дерево в насаждении	170	19	41,0	1,15	IV
ЛОСС	95	13,5	31,8	0,43	V

Из данных таблицы 1 видно, что по средним показателям, как по высоте, так и диаметру дерева в условиях естественного ареала незначительно опережают таковые, произрастающие на территории ЛОСС. При этом выделенные плюсовые деревья из древостоев горного Алтая [8] превышают стандарты характеристик интенсивного кедрового сада Западной Сибири также незначительно. Весьма важным следует считать то, что вид, являясь породой теневыносливой, даже среди плюсовых деревьев не выходит за пределы III бонитета. Уже это говорит о необходимости еще с начального этапа посадки культур предусматривать при кулисном способе создания отенение рядов вида лиственными породами, ассортимент которых необходимо апробировать. При этом должна быть исключена сильная степень конкуренции за счет ширины междурядий.

### Выводы

Таким образом, можно сделать заключение о том, что на плодородных почвах Центрального Черноземного региона можно выращивать кедр сибирский при условии решения вопроса о его размещении на площади (густоте; способе - куртинном; расположении рядов относительно сторон света). При соблюдении выявленных оптимальных условий выращивания кедра сибирского и в озеленении при регулярном поливе можно практиковать создание из него изначально кулис и куртин, исключив конкуренцию со стороны быстрорастущих пород, что видно на примере развития деревьев в музее – усадьбе П.П. Семенова - Тян–Шанского.

### Список литературы

1. Алексеев Ю.Б., Демиденко В.П. рекомендации по формированию ПЛСУ кедра высокой семенной продуктивности в западной Сибири // Воронеж: ЦНИИЛГиС, 1984. - 15 с.
2. Анучин Н.П. Лесная таксация. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 552 с.
3. Зайков Г.И. Опыт создания культур кедра в сибирской лесостепи/ Воспроизводство кедровых лесов на Урале и в Западной Сибири: [Сб. статей]. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981. – 126 с.
4. Земляной А.И. О программе селекции кедра сибирского (*Pinus sibirica*) на семенную продуктивность / 4-е Международ. совещание по сохранению лесных генетических ресурсов в Сибири, 24-29.08. 2015г. - Барнаул, 2015. - С. 66-68.
5. Игнатенко М.М. Сибирский кедр. - М.: Наука, 1988. – 161 с.
6. Левин С.В. О возрасте кедра сибирского в условиях интродукции на территории Липецкой области // Актуальные вопросы изучения наземных и водных экосистем среднерусской лесостепи : Сб. трудов ВГУ, ВГЛУ им. Г.Ф. Морозова. – Воронеж: Цифровая полиграфия, 2023. - Вып.5. - С. 56-61.
7. Мартынюк А.А., Курлович Л.Е., Трушина И.Г., Трушина Н.И. Лесные дикоросы – ресурсы, использование и нормативное правовое регламентирование: аналитический обзор. – Текст: электронный // Лесохозяйственная информация. - 2023. № 4. – С.117–165. DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2023.4.11.
8. Провести отбор в природе и выведение ценных форм и сортов лесных древесных пород для получения недревесной продукции(заключительный) / Отчет о НИР по теме П.2.2, руководитель А.А. Храмов. - Воронеж: ЦНИИЛГИС, 1990. - 96 с.
9. Третьяков Н.В. Справочник таксатора: Таблицы для таксации леса / Н.В. Третьяков, П.В. Горский, Г.Г. Самойлович – М. - Л.: Гослесбумиздат, 1952. - 854 с.

### References

1. Alekseev Yu.B., Demidenko V.P. recommendations for the formation of cedar PLCs of high seed productivity in Western Siberia// Voronezh: Tsniilgis, 1984.- 15 p.
2. Anuchin N.P. Forest taxation. - M.: Lesnaya prom-st, 1982. – 552 p.
3. Zaykov G.I. The experience of creating cedar crops in the Siberian forest-steppe / Reproduction of cedar forests in the Urals and Western Siberia: [Collection of articles]. Sverdlovsk: UNC of the USSR Academy of Sciences, 1981. – 126p.

4. Zemlyanoi A.I. On the breeding program of Siberian cedar (*Pinus sibirica*) for seed productivity. 4th International meeting on the conservation of forest genetic resources in Siberia, 24-29.08. 2015 // Barnaul. - Pp. 66-68.

5. Ignatenko M.M. Siberian cedar. - M.: Nauka, 1988. – 161 p.

6. Levin S.V. On the age of Siberian cedar in conditions of introduction in the Lipetsk region/Topical issues of studying terrestrial and aquatic ecosystems of the Central Russian forest steppe. Proceedings of the VSU, VGLU named after G.F. Morozov// Voronezh: Digital printing. - Vol. 5. - 2023. -Pp. 56-61.

7. Martynyuk A.A., Kurlovich L.E., Trushina I.G., Trushina N.I. Forest wild plants – resources, use and regulatory legal regulation: an analytical review. – Text : electronic // Forestry information. 2023. - № 4. – Pp. 117–165. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2023.4.11.

8. To carry out selection in nature and breeding of valuable forms and varieties of forest tree species to obtain non-wood products (final) / Research report on topic II.2.2, head A.A. Khramov. - Voronezh, TSNIILGIS, 1990. - 96 p.

9. Tretyakov N.V. Taxator's handbook: Tables for forest taxation / N.V. Tretyakov, P.V. Gorsky, G.G. Samoilovich – M.- L. : Goslesbumizdat, 1952. - 854 p.

## РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СМОЛЕНСКОГО ЭКОТИПА ЛИСТВЕННИЦЫ СУКАЧЕВА В ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ С ОБЫКНОВЕННОЙ СОСНОЙ НАСАЖДЕНИЯХ В УСЛОВИЯХ МОСКВОРЕЦКО-ОКСКОЙ РАВНИНЫ

П.Г. Мельник<sup>1,2</sup>, Д.Е. Чурюмов<sup>1</sup>, И.Д. Нартов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Мытищинский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана», г. Мытищи, Россия*

<sup>2</sup>*Институт лесоведения РАН, с. Успенское, Россия*

**Аннотация.** В географических культурах Бронницкого участкового лесничества Московской области Смоленский экотип лиственницы Сукачёва в 65-летнем возрасте, характеризуется высокой продуктивностью, средним и текущим приростом, что делает этот вид перспективным для целевого лесовыращивания в условиях Подмосковья. Создание чистых по составу лесных культур лиственницы Сукачева способствует формированию высокопроизводительных насаждений, достигающих запаса стволовой древесины 868 м<sup>3</sup>/га, среднего прироста – 13,4 м<sup>3</sup>/га и текущего прироста – 12,3 м<sup>3</sup>/га. Смешение лиственницы Сукачева с обыкновенной сосной нецелесообразно по причине высокого светолюбия обеих древесных пород.

**Ключевые слова:** географические культуры, экотип, рост, лесоводственный эффект лиственница Сукачева, сосна обыкновенная, Подмосковье.

## GROWTH AND PRODUCTIVITY OF THE SMOLENSK SUKACHEV LARCH ECOTYPE IN PURE AND MIXED WITH SCOTS PINE PLANTATIONS IN THE CONDITIONS OF THE MOSKVORETSKO-OKA PLAIN

P.G. Mel'nik<sup>1,2</sup>, D.Ye. Chyryumov<sup>1</sup>, I.D. Nartov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Bauman Moscow State Technical University (Mytishchi Branch), Mytishchi, Russia*

<sup>2</sup>*Institute of Forestry of the Russian Academy of Sciences, Uspenskoye, Russia*

**Abstract.** In the geographical cultures of the Bronnitsky forestry of the Moscow region, the Arkhangelsk ecotype of Sukachev larch at the age of 65 is characterized by high productivity, average and current growth, which makes this species promising for targeted forest cultivation in the conditions of the Moscow region. The creation of Sukachev larch forest crops that are pure in

composition contributes to the formation of high-performance plantations. Mixing Sukachev larch with Scots pine is impractical due to the high light-loving nature of both tree species.

**Keywords:** provenance forest plantation, ecotype, growth, silvicultural effect, Sukachev larch, Scots pine, Moscow region.

### Введение

Географические культуры представляют собой один из приёмов лесной селекции, выявляющие ценные наследственные особенности инорайонных популяций [5]. В обширном ареале лиственницы Сукачева, как и других основных лесообразующих пород, возможен поиск высокопродуктивных популяций, весьма удалённых от места их апробации [4]. Среди спектра географических провениенций, испытанных в Бронницком участковом лесничестве Московской области, отдельные экотипы лиственницы Сукачева отличаются хорошей динамикой роста и высокой продуктивностью [1], не уступающей эталонным культурам лесовода К.Ф. Тюрмера [2, 4, 6].

Объектами исследований являлись два варианта смоленского экотипа лиственницы Сукачева: чистые культуры, выращенные семенами происхождения из Новодугинского района, а также смешанные с обыкновенной сосной местного происхождения. По результатам последних исследований, выполненных в молодняках II класса возраста, смешанные лиственнично-сосновые искусственные насаждения характеризуются хорошим ростом и развитием [7], однако в средневозрастных географических посадках у быстрорастущих экотипов лиственницы, лидерами по производительности являются всё же чистые по составу культуры [1]. В 65-летнем возрасте в чистом по составу насаждении, средний диаметр лиственницы равен 30,3 см, площадь поперечного сечения – 62,5 м<sup>2</sup>/га, средняя высота – 28,0 м, запас стволовой древесины – 868 м<sup>3</sup>/га, средний прирост 13,4 м<sup>3</sup>, а текущий – 12,3 м<sup>3</sup> (таблица). Смешение с сосной негативно отразилось на продуктивности смоленского экотипа лиственницы Сукачева, общая площадь поперечного сечения значительно ниже – 54,9 м<sup>2</sup>/га, из них лиственницы – 34,3 м<sup>2</sup>/га, а общий запас составляет всего – 763 м<sup>3</sup>/га. Также снизились средний (11,7 м<sup>3</sup>) и текущий приросты (8,3 м<sup>3</sup>). Однако из-за конкуренции двух светолюбивый пород у лиственницы выше, чем в чистом по составу насаждении, средний диаметр 32,0 см и средняя высота – 30,0 м. Таксационная характеристика сосны обыкновенной ниже, чем у лиственницы: средний диаметр 30,8 см, средняя высота – 29,9 м, площадь поперечного сечения – 20,6 м<sup>2</sup>/га, а запас всего – 182 м<sup>3</sup>/га.

Таблица. Результаты роста смоленского экотипа в чистых и смешанных с обыкновенной сосной насаждениях в географических культурах Бронницкого лесничества

Состав	Н <sub>ср</sub> , м	D <sub>1.3</sub> , см	G, м <sup>2</sup> /га	N, шт/га	M, м <sup>3</sup> /га	Z <sub>м</sub> , м <sup>3</sup>	V <sub>ств</sub> , м <sup>3</sup>
100Л	28,0	30,3	62,5	749	868	13,4	1,159
64Л	30,0	32,0	34,3	361	492	7,6	1,363
36С	29,9	30,8	20,6	266	271	4,2	1,019
			54,9	627	763	11,7	1,217

При одинаковой изначальной густоте посадки, через 65 лет количество сохранившихся деревьев в чистых насаждениях лиственницы значительно выше (749 шт./га),

в смешанных ниже на 122 ствола. Распределение деревьев лиственницы по ступеням толщины в чистых культурах имеет многовершинный характер, максимальный пик приходится на ступень толщины 28 (16,6 %) (рисунок). В смешении с обыкновенной сосной распределение деревьев лиственницы имеет также многовершинный характер, однако больший пик смещен на ступень толщины 20 (14,5 %), в то время как у сосны, преобладающей ступенью является 32 (33,9 %), кривая распределения смещена в сторону высоких ступеней толщины и имеет более выраженный пик, чем у лиственницы.

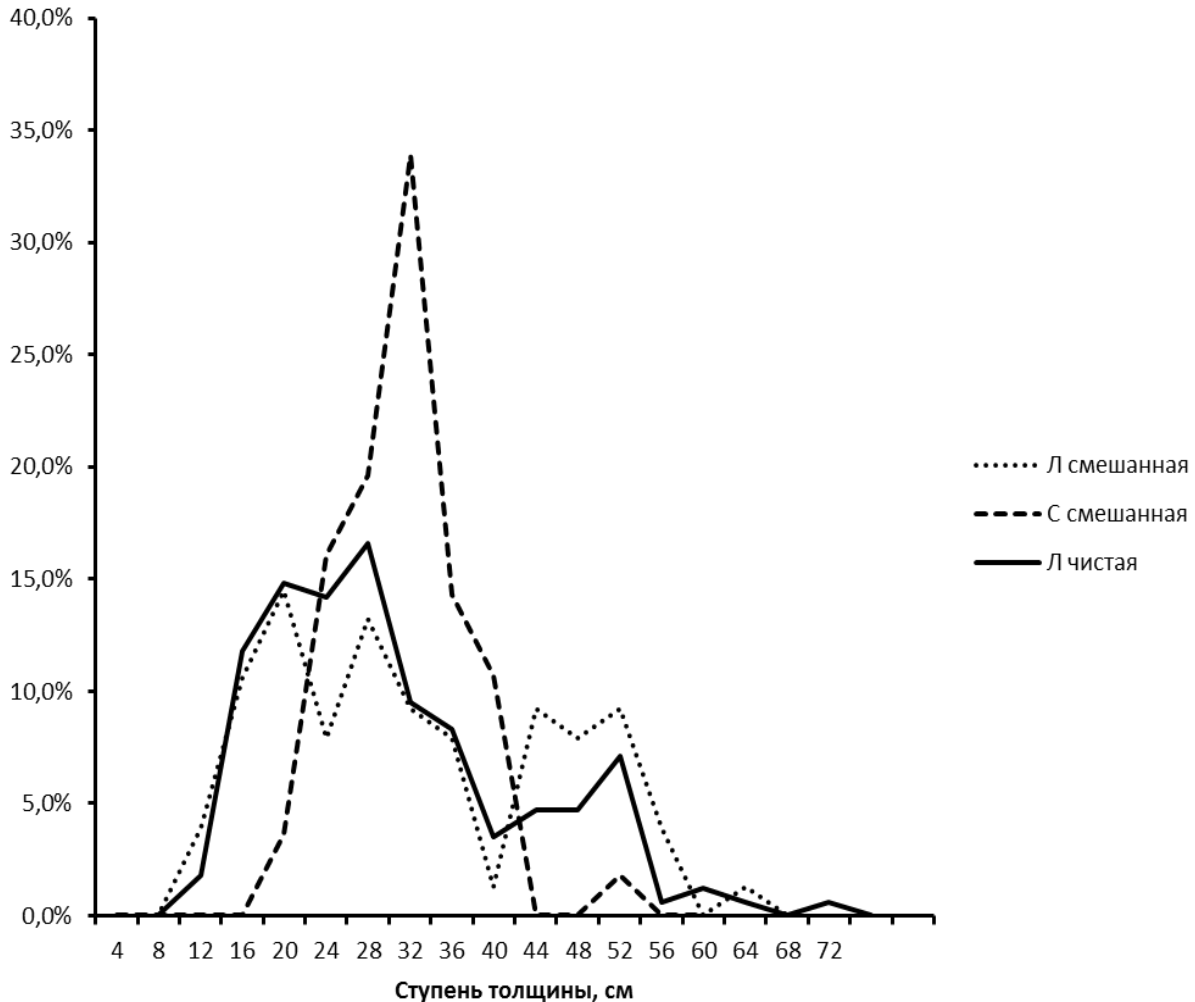


Рисунок 1 – Распределение деревьев смоленского экотипа лиственницы Сукачева по ступеням толщины в чистых и смешанных культурах

Средний объём ствола лиственницы в 50-летнем возрасте был  $0,662 \text{ м}^3$ , а в 65-летнем почти в два раза больше –  $1,159 \text{ м}^3$ , самая крупномерная древесина у лиственницы формируется в смешанных с обыкновенной сосной насаждениях –  $1,363 \text{ м}^3$ .

Выполненные исследования, позволяют сделать следующие выводы:

1. Опыт выращивания географических культур Бронницкого участкового лесничества показал, что в условиях сложных суборей, смоленский экотип лиственницы Сукачева в чистых и смешанных насаждениях формирует устойчивые и высокопродуктивные насаждения с высокими запасами стволовой древесины.



2. Создание чистых по составу лесных культур лиственницы Сукачева способствует формированию высокопроизводительных насаждений, достигающих запаса стволовой древесины 868 м<sup>3</sup>/га, среднего – 13,4 м<sup>3</sup>/га и текущего прироста – 12,3 м<sup>3</sup>/га.

3. Смешение лиственницы Сукачева с сосной обыкновенной нецелесообразно по причине высокого светолюбия обеих пород. Производительность смешанных лиственнично-сосновых культур дает более низкие результаты, чем в чистых лиственных насаждениях.

### Список литературы

1. Карасев, Н.Н. Повышение продуктивности лесов Подмосковья путем интродукции лиственницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н.Н. Карасев. – М., 2009. – 21 с.

2. Мерзленко, М.Д. Карл Францевич Тюрмер / М.Д. Мерзленко. – М.: Изд-во Московского университета, 1986. – 62 с.

3. Мерзленко, М.Д. 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: 10.18698/2542-1468-2020-6-34-43.

4. Мерзленко, М.Д. Динамика роста лиственнично-еловых лесных культур К.Ф. Тюрмера / М.Д. Мерзленко, П.Г. Мельник, А.Н. Маликов // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. – Т. 24. – № 2. – С. 11–16. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-11-16

5. Пальцев, А.М. Опыт географических культур ели в зоне смешанных лесов. Обзорная информация / А.М. Пальцев, М.Д. Мерзленко, П.Г. Мельник. – М.: Изд-во «ВНИИЦлесресурс», 1995. – 35 с.

6. Тимофеев, В.П. Лесные культуры лиственницы / В.П. Тимофеев. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 216 с.

7. Рунова, Е.М. Перспективы создания смешанных лиственнично-сосновых лесных культур в Иркутской области / Е.М. Рунова, Д.В. Серков // Нива Поволжья, 2017. – №4 (45). – С. 126-131.

### References

1. Karasev, N.N. Increasing the Productivity of Forests in the Moscow Region through the Introduction of Larch: Cand. Agric. Sci. Diss. Abs. / N.N. Karasev. – Moscow, 2009. – 21 p.

2. Merzlenko, M.D. Karl Frantsevich Tyurmer / M.D. Merzlenko. – M.: Publishing House of Moscow University, 1986. – 62 p.

3. Merzlenko, M.D. Study results of pine and larch provenance trial in Serebryanoborsky experimental forest district / M.D. Merzlenko, P.G. Melnik, Yu.B. Glazunov, A.A. Kozhenkova, E.A. Perevalova // Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin, 2020, vol. 24, no. 6, pp. 34–43. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-6-34-43.

4. Merzlenko, M.D. Growth dynamics of larch-spruce mixed stands established by K.F. Turner / M.D. Merzlenko, P.G. Melnik, A.N. Malikov // *Lesnoy vestnik / Forestry Bulletin*, 2020, vol. 24, no. 2, pp. 11–16. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-11-16
5. Pal'tsev, A.M. The experience of geographical cultures of spruce in the zone of mixed forests / A.M. Pal'tsev, M.D. Merzlenko, P.G. Mel'nik. – Moscow: VNIITslesresurs, 1995. –35 p.
6. Timofeev, V.P. Larch forest plantation / V.P. Timofeev. – Moscow: Lesnaya promyshlennost', 1977. – 216 p.
7. Runova, E.M. Prospects for creating mixed larch-pine forest cultures in the Irkutsk region / E.M. Runova, D.V. Serkov // *Niva Povolzh'ya*, 2017. – № 4 (45), pp. 126-131.

**ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ «СТУПИНСКОЕ ПОЛЕ»: ТЕКУЩАЯ СОХРАННОСТЬ  
60-ЛЕТНИХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАЗНЫХ ЭКОТИПАХ  
ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР**

М.И. Михайлова, М.П. Чернышов

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

**Аннотация.** Особо охраняемые природные территории играют важную роль в сохранении биологического и видового разнообразия. Полигон географических лесных культур сосны обыкновенной «Ступинское поле» является региональным памятником природы, в котором сосредоточено более 425 её экотипов из разных регионов СССР. Биологический возраст деревьев достиг 60 лет. В связи с этим вопросы их сохранности на стадии перехода семенных потомств от средневозрастных к приспевающим имеют большое практическое значение.

В результате проведенных комплексных исследований установлено, что к 60 годам какая-либо четкая закономерность, отражающая текущую сохранность деревьев на 32-ти пробных площадях (ПП), не прослеживается. Однако текущая сохранность деревьев в семенных потомствах степных экотипов меньше (4,78 %), чем в потомствах лесостепных экотипах (7,05 %). Эти различия достоверны при вероятности 0,95. Коэффициент достоверности различий  $t=3,69 > 1,98$ .

Амплитуда границ изменения величин текущей сохранности деревьев у лесостепных экотипов шире (6,7 %), чем у степных экотипов (5,0 %).

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, географические лесные культуры, лесостепные и степные экотипы, текущая сохранность

**STUPINSKOYE FIELD NATURE MONUMENT: CURRENT PRESERVATION  
OF 60-YEAR-OLD SCOTS PINE TREES IN DIFFERENT ECOTYPES  
OF GEOGRAPHICAL FOREST CROPS**

M.I. Mikhailova, M.P. Chernyshov

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** Specially protected natural areas play an important role in the conservation of biological and species diversity. The range of geographical forest crops of scots pine "Stupinskoye field" is a regional natural monument, which contains more than 425 of its ecotypes from different

regions of the USSR. The biological age of the trees has reached 60 years. In this regard, the issues of their preservation at the stage of transition of seed progeny from middle-aged to mature ones are of great practical importance.

As a result of the conducted comprehensive studies, it was found that by the age of 60, no clear pattern reflecting the current preservation of trees in 32 sample areas (PP) is traced. However, the current preservation of trees in the seed progeny of steppe ecotypes is less (4.78%) than in the progeny of forest-steppe ecotypes (7.05%). These differences are significant with a probability of 0.95. The coefficient of reliability of differences  $t=3.69 > 1.98$ .

The amplitude of the boundaries of changes in the values of the current preservation of trees in forest-steppe ecotypes is wider (6.7%) than in steppe ecotypes (5.0%).

**Keywords:** Scots pine, geographical forest crops, forest-steppe and steppe ecotypes, current conservation

### Введение

Одним из важных показателей состояния и роста лесных культур является текущая сохранность деревьев в них, которую принято выражать в процентах от числа изначально высаженных семян [1, 2]. Для географических лесных культур, являющихся региональным памятником природы, этот показатель особенно важен [3, 4].

**Цель исследования:** Изучить текущую сохранность деревьев в 59-61-летних семенных потомствах лесостепных и степных экотипах сосны обыкновенной на полигоне «Ступинское поле» путем сплошного их перече́та равновеликих на пробных площадях (ПП).

**Материалы и методы исследования.** Сведения о текущей сохранности деревьев в разных экотипах приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сохранность деревьев сосны в семенных потомствах разных экотипов

№ ПП и год их за- кладки	Наименование геоэкоципов	Число и сохранность деревьев на ПП		Средняя площадь питания 1 дерева, м <sup>2</sup>	Прирост площади питания 1 дерева от начальной, (раз)
		шт.	%		
<b>Лесостепные экотипы</b>					
1-18	Хреновской Воронежской обл.	23	3,54	21,74	28,99
2-18	Бычковский Воронежской обл.	57	8,77	8,77	11,69
3-20	Борский Воронежской обл.	55	8,46	9,09	12,12
4-18	Колодецкий Липецкой обл.	63	9,69	7,94	10,59
5-20	Балашовский Липецкой обл.	51	7,85	9,80	13,07
6-18	Шаталовский Белгородской обл.	56	8,62	8,93	11,91
7-20	Уразовский Белгородской обл.	57	8,77	8,77	11,69
8-18	Платоновский Тамбовской обл.	24	3,65	20,83	27,77
9-18	Б. Сталинский Курской обл.	66	10,15	7,58	10,11
10-18	Краснослободский Брянской обл.	53	8,15	9,43	12,57
11-19	Каширский Московской обл.	55	8,46	9,09	12,12
12-19	Монастырский Пензенской обл.	40	6,15	12,50	16,67
13-19	Хатынецкий Орловской обл.	36	5,54	13,89	18,52
14-19	Б. Сталинский Орловской обл.	33	5,08	15,15	20,20
15-20	Мурманский Рязанской обл.	46	7,06	10,87	14,49
16-20	Совиновский Черкасской обл.	29	4,46	17,24	22,99
17-20	Зеньковский Полтавской обл.	27	4,15	18,52	24,69
18-20	Грузский Сумской обл.	54	8,31	9,26	12,37
Итого для экотипов:		825	7,1±0,505		

Степные экотипы					
19-20	Петровский Саратовской обл.	28	4,31	17,86	23,81
20-20	Дьяковский Саратовской обл.	41	6,31	12,20	16,27
21-20	Рахинский Волгоградской обл.	16	2,46	31,25	41,67
22-20	Арчединский Волгоградской обл.	38	5,85	13,16	17,55
23-20	Песчаный Луганской обл.	37	5,65	13,51	18,01
24-20	Н-Айдаровский Луганской обл.	25	3,85	20,00	26,67
25-20	Кировский Днепропетровской обл.	33	5,08	15,15	20,20
26-20	Михайловский Днепропетровской обл.	49	7,54	10,20	13,60
27-19	Новомосковский Днепропетровской обл.	25	3,85	20,00	26,67
28-20	Цурюпинский Херсонской обл.	26	4,00	19,23	26,64
29-20	Александровский Донецкой обл.	24	3,65	20,83	27,77
30-20	Жукинский Киевской обл.	25	3,85	20,00	26,67
31-20	Мезмайский Краснодарского края	36	5,54	13,89	18,52
32-18	Гуфта-Гихатурский Южно-Осетинской АО	32	4,92	15,63	20,84
Итого для экотипов:		435	4,8±0,352		

**Результаты исследования и их обсуждение.** Текущая сохранность деревьев обусловлена комплексом взаимообусловленных и взаимовлияющих био- и абиотических факторов [5]. Вероятно, что процесс конкуренции растений при геометрически упорядоченном размещении рядов и семян в рядах при их одновременном смыкании в рядах и между рядами, определяющий дифференциацию их роста по диаметру и характер отбора наиболее жизнеспособных особей, происходит иначе, чем в древостоях естественного происхождения.

Сохранность 59-61-летних деревьев в древостоях соответствующих экотипов определяли на каждой ПП в процентах путем деления фактического числа растущих на ней деревьев на начальную плотность посадки семян по формуле [4, 5]:

$$Ск = (N_{р.д.} : 650 \text{ шт.}) \times 100, \quad (1)$$

где: Ск – текущая сохранность культур, %;

$N_{р.д.}$  – число растущих деревьев сосны, учтенных на каждой ПП, шт.;

650 шт. – начальная плотность посадки культур в каждом блоке экотипов.

Для наглядного сравнения величин текущей сохранности деревьев на ПП в процентах от числа высаженных семян лесостепных и степных экотипов были построены соответствующие диаграммы (рис. 1 и 2).

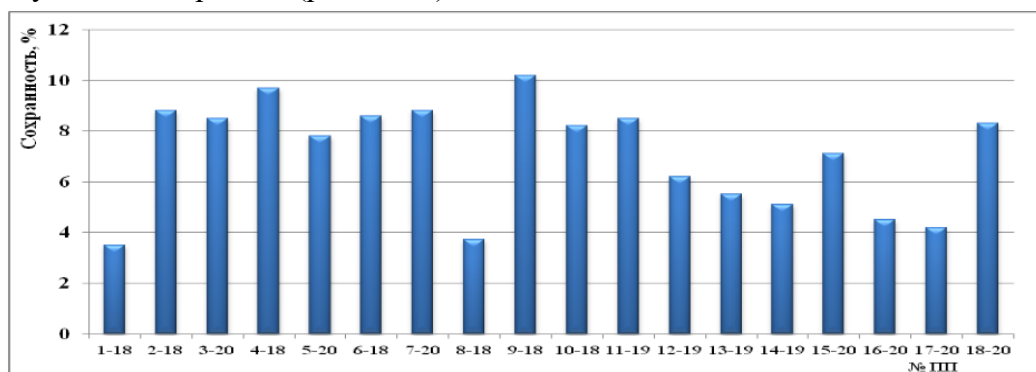


Рисунок 1 – Текущая сохранность деревьев на ПП в лесостепных экотипах

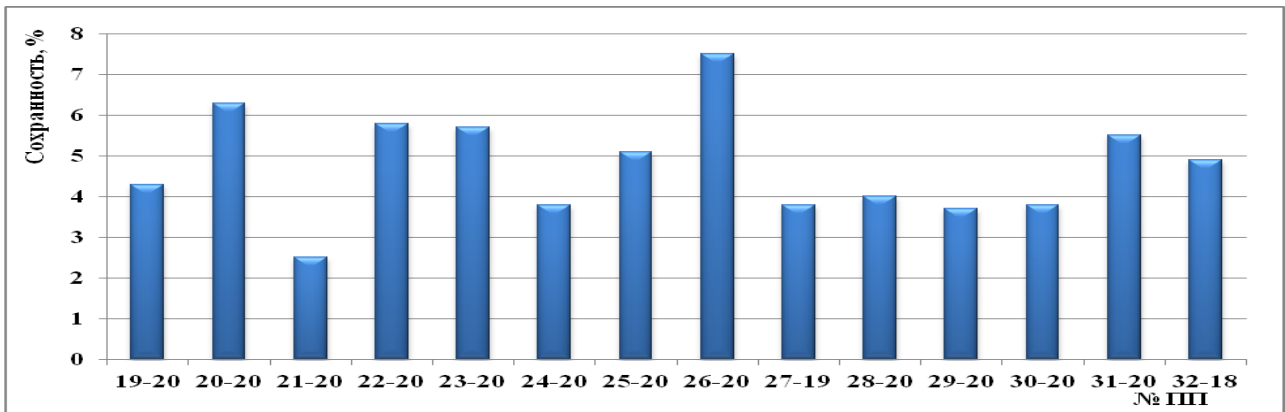


Рисунок 2 – Текущая сохранность деревьев на ПП в степных экотипах

На рисунках 1 и 2 какая-либо четкая закономерность, отражающая текущую сохранность деревьев на ПП, не прослеживается.

Однако текущая сохранность деревьев в семенных потомствах степных экотипов меньше (4,78 %), чем в потомствах лесостепных экотипов (7,05 %). Эти различия достоверны при вероятности 0,95. Коэффициент достоверности различий  $t=3,69 > 1,98$ .

Данные таблицы 1 о сохранности деревьев в группах экотипов свидетельствуют, что доверительная корреляционная связь между этими показателями отсутствует (рисунок 3).

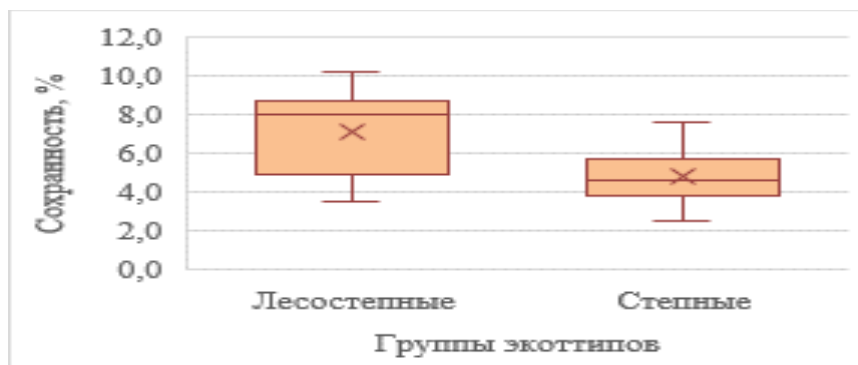


Рисунок 3 – Статистическая Boxplot-диаграмма, характеризующая различия в текущей сохранности деревьев в древостоях лесостепных и степных экотипов

Вместе с этим установлено, что оставшиеся пни большинства усохших, выпавших или удаленных в ходе периодических санитарных рубок деревьев приурочены преимущественно к меньшим ступеням толщины. Кроме того, у живых деревьев, крайних к местам выпада засохших, увеличивалась площадь питания, а в последующие годы у них развивалась крона, ассиметричная в сторону освободившегося пространства. Полученные данные позволяют заключить, что текущая сохранность деревьев в семенных потомствах лесостепных экотипов колеблется от 3,5 (Хреновской экотип Воронежской области) до 10,2 % (Б. Сталинский экотип Курской области), а в степных – от 2,5 (Рахинский экотип Волгоградской области) до 7,5 % (Б. Михайловский экотип Днепропетровской области).

Таким образом, амплитуда границ изменения показателей сохранности деревьев у лесостепных экотипов шире (6,7 %), чем у степных экотипов (5,0 %). При этом текущая сохранность 61-летних деревьев в контрольном варианте (местный Борский экотип

Воронежской области) составила 8,5 %, что больше, чем средняя сохранность в древостоях лесостепных экотипов (8,5-7,1=1,4 %), а в древостоях степных экотипов она еще больше средней (8,5-4,8=3,7 %).

### **Заключение**

По фактическим данным сплошных перечетов деревьев сосны на равновеликих по площади (0,025 га) пробных площадях установлено, что средняя текущая сохранность деревьев на совокупности 18-ти ПП в лесостепных экотипах равна 7,1 %, а на 14-ти ПП у степных экотипов она меньше – 4,8 %. Таким образом, полученные в ходе статистической обработки сплошных перечетов на 32-ти ПП результаты, достоверно ( $t=3,69 > 1,98$ ) подтверждают существенные различия адаптационного потенциала лесостепных и степных экотипов, проявляющегося в новых для них лесорастительных условиях региона. Даже в 60-летнем возрасте внутривидовая конкуренция между деревьями продолжается.

### **Список литературы**

1. Галдина, Т. Е. Исследование особенности роста географических культур сосны обыкновенной в условиях Центральной лесостепи / Т. Е. Галдина, М. М. Романова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского ГАУ. - 2017. - № 127 (03). - 12. -: URL : <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/60.pdf>. - DOI: 10.21515/1990-4665-127-060.
2. Мерзленко, М. Д. Результаты изучения географических посадок сосны и лиственницы в Серебряноборском опытном лесничестве / М. Д. Мерзленко и др. // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. Т. 24. № 6. С. 34–43.
3. Михайлова, М. И. Текущая сохранность, напряженность роста и санитарное состояние деревьев сосны обыкновенной в приспевающих географических лесных культурах Воронежской области. / М. И. Михайлова, М. П. Чернышов.- Лесотехнический журнал. 2022. Т.12, №1 (45). - С. 56-67.
4. Мишнев, В. Г. Географические культуры сосны обыкновенной в БССР. / В.Г. Мишнев : // Сборник ботанических работ. Белорусского отделения Ботанического общества. – 1967. - Вып.2, – С. 68-80.
5. Чернышов, М. П. Сохранность, состояние и напряженность роста деревьев сосны обыкновенной лесостепных и степных экотипов в приспевающих географических лесных культурах / М. П. Чернышов, М. И. Михайлова, Е.И. Шахина // Подготовка кадров в условиях перехода на инновационный путь развития лесного хозяйства : научно-практическая конференция, Воронеж, 21-22 октября 2021 г. /ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова. - Воронеж, 2021. – С. 390-394.

### **References**

1. Galdina, T. E. Study of the growth features of geographical crops of Scots pine in the conditions of the Central forest-steppe / T. E. Galdina, M. M. Romanova // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. - 2017. - No. 127 (03). - 12. -: URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/60.pdf>. - DOI: 10.21515/1990-4665-127-060.

2. Merzlenko, M. D. Results of the study of geographical plantings of pine and larch in the Serebryanoborsky experimental forestry / M. D. Merzlenko et al. // Forestry Bulletin, 2020. Vol. 24. No. 6. pp. 34–43 .

3. Mikhailova, M. I. Current safety, growth intensity and sanitary condition of Scots pine trees in ripening geographical forest cultures of the Voronezh region. / M. I. Mikhailova, M. P. Chernyshov. - Forestry Journal. 2022. T.12, No. 1 (45). - pp. 56-67.

4. Mishnev, V. G. Geographical cultures of Scots pine in the BSSR. / V.G. Mishnev: // Collection of botanical works. Belarusian branch of the Botanical Society. – 1967. - Issue 2, – pp. 68-80.

5. Chernyshov, M.P. Preservation, condition and growth intensity of Scots pine trees of forest-steppe and steppe ecotypes in ripening geographical forest cultures / M.P. Chernyshov, M.I. Mikhailova, E.I. Shakhin // Personnel training in the context of the transition to an innovative path of forestry development: scientific and practical conference, Voronezh, October 21-22, 2021 /VGFLTU named after. G.F. Morozova. - Voronezh, 2021. – pp. 390-394.



## РАЗРАБОТКА ПРАЙМЕРОВ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ГРИБОВ РОДА *RHYTISMA*

С.Г. Ржевский, А.М. Кондратьева

*ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции  
и биотехнологии, г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** В данной работе представлен обзор паразитических грибов рода *Rhytisma*, встречающихся на территории России: *Rhytisma acerinum* (Pers.) Fr., *Rh. punctatum* (Pers.) Fr., субстратом для которых служат различные виды клена, *Rh. salicinum* (Pers.) Fr., паразитирующего на ивах и *Rh. andromedae* (Pers.) Fr. – на подбеле. Аскомицеты данного рода являются возбудителями черной (смоляной) пятнистости листьев, наносящей ущерб декоративным качествам растений, и в то же время могут они служить индикаторами экологической обстановки. Виды ритисмы, субстратом для которых служат листья клена, широко распространены в Воронеже и его окрестностях. Целью данной работы являлась разработка на основе имеющихся в базе данных NCBI сиквенсов данных видов специфических праймеров для их молекулярно-генетической идентификации. Для их создания использовалось программное обеспечение Primer-Blast, специфичность полученных последовательностей проверялась *in silico* посредством модуля BLAST на сайте NCBI. Среди сгенерированных последовательностей праймеров был произведен отбор на соответствие оптимальным параметрам. Использование молекулярно-генетического анализа с данными праймерами может найти применение для ранней диагностики возбудителей, а также в других случаях затруднений морфологического определения видов фитопатогенов.

**Ключевые слова:** ритисма, ascomycota, *Acer*, *Salix*, *Andromeda*.

## DEVELOPMENT OF PRIMERS FOR IDENTIFICATION OF PARASITIC FUNGI OF THE GENUS *RHYTISMA*

S.G. Rzhevsky, A.M. Kondratyeva

*FSBI All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** This paper provides an overview of parasitic fungi of the genus *Rhytisma* found in Russia: *Rhytisma acerinum* (Pers.) Fr., *Rh. punctatum* (Pers.) Fr., the substrate for which is various types of maple, *Rh. salicinum* (Pers.) Fr., parasitizing willows and *Rh. andromedae* (Pers.) Fr. – on the *Andromeda sp.* Ascomycetes of this genus are the causative agents of black (tar) leaf

spot, which damages the decorative qualities of plants, and at the same time, they can serve as indicators of the ecological situation. Types of rhytisma, for which maple leaves serve as a substrate, are widespread in Voronezh and its environs. The goal of this work was to develop, based on the sequences of these species available in the NCBI database, specific primers for their molecular genetic identification. Primer-Blast software was used to create them, and the specificity of the obtained sequences was checked in silico using the BLAST module on the NCBI website. Among the generated primer sequences, selection was made to match the optimal parameters. The use of molecular genetic analysis with these primers can be used for early diagnosis of pathogens, as well as in other cases of difficulties in the morphological determination of plant pathogen species.

**Keywords:** *Rhytisma*, ascomycota, *Acer*, *Salix*, *Andromeda*.

### Введение

Представители рода *Rhytisma* – паразитические аскомицеты класса Leotiomycetes, поражающие листья деревьев и трав. По итогам филогенетических исследований было предложено рассматривать семейство Rhytismataceae *sensu stricto*, включая в него восемь родов: типовой род *Rhytisma*, а также роды *Lophodermina*, *Placuntium*, *Xyloma*, *Densorhytisma*, *Fanglania*, *Johnstoniella* и *Shiqia*.

Виды ритисмы проявляются крупными черными стромами на живых листьях с одной или несколькими погруженными апотециальными аскоматами, которые прорываются через внешние слои (название таксона происходит от греч. *rutís* – «морщина»). На данный момент для рассматриваемого рода предложено множество видов и внутривидовых таксонов, однако только меньшая часть из них утверждены, в остальном вопросы их классификации остаются спорными [1].

На территории России встречаются, как минимум, следующие представители данного рода: *Rhytisma acerinum* (Pers.) Fr. (ритисма кленовая), *Rh. punctatum* (Pers.) Fr. (ритисма точечная), *Rh. salicinum* (Pers.) Fr. (ритисма ивовая), *Rh. andromedae* (Pers.) Fr. Первые два из них паразитируют на различных представителях клена, третий – на иве, четвертый – на травянистых растениях родов *Andromeda* (подбел), *Kalmia*, *Lyonia*, *Pieris* [2].

Грибы данного рода являются возбудителями черной пятнистости листьев (смоляной пятнистости, англ. «tar spot»). Заражение проявляется в том, что летом на листьях возникают желтые пятна, которые темнеют, ближе к осени становясь черными, с желтым ободком. Пятна, образуемые на листьях *Rh. punctatum*, содержат характерные структуры из рассеянных черных точек (в то время как у *Rh. acerinum* они являются сплошь черными, с выпуклыми лабиринтообразными структурами) [3]. Ритисмы, поражающие ивы и подбел, также проявляются обширными выпуклыми черными пятнами с морщинистой поверхностью. Как и некоторые другие паразиты растений, ритисмы могут служить биологическим индикатором условий среды. Атмосферные примеси, в частности сернистый газ, снижают распространенность данного патогена [4].

В результате проведенного мониторинга в Воронежской области *Rh. acerinum* и *Rh. punctatum* обнаружены на листьях *A. platanoides* L. [5]. Вид *Rh. andromedae* в ходе исследования верховых болот таежной зоны Западной Сибири был выявлен листьях на

*Andromeda polifolia* L. [6]. *Rh. salicinum* найдена на листьях *Salix* sp., на берегу р. Мульпа в Ботчинском заповеднике в Хабаровском крае [7] а также на территории Ханты-Мансийского Автономного округа – Югры [8].

**Цель исследования.** Данное исследование было выполнено с целью разработки специфических праймеров для определения выше рассмотренных видов рода *Rhytisma*. Несмотря на то, что зрелые формы ритисмы имеют специфическую морфологию и довольно легко определяются по визуальным признакам, на ранних и промежуточных стадиях развития данные патогены могут иметь неясное проявление на фоне других видов пятнистости. В таком случае уместно применение молекулярно-генетических методов определения возбудителей, в частности с помощью ПЦР со специфическими праймерами. Данный метод может также понадобиться и при исследовании биоматериала, подвергнутого заморозке, высушиванию и другим методам фиксации, затрудняющим морфологическое определение патогенов.

**Материалы и методы.** Таксономия и систематика грибов сверялась по базе данных «MycBank» [9]. Для идентификации грибов разрабатывались праймеры на основе ITS1 и ITS2 (Internal transcribed spacer – внутренние транскрибируемые спейсеры), а также 5,8S, 12S, 18S и 28S рРНК. Последовательности ДНК рассматриваемых возбудителей были взяты из базы данных Национального центра биотехнологической информации (NCBI – The National Center for Biotechnology Information) [10] (Таблица 1).

Таблица 1. Последовательности нуклеотидов представителей *Rhytisma*

<p><i>Rhytisma acerinum</i> internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence</p>	<p>gccggccaga ggtcccaaa ccccggaatc cgtgccgtct gactaccacg caatcgcgaa  aaacttcaa caacggatct cttggtccg gcatcgatga agaacgcagc gaaatgcgat  aagtaatgtg aattgcagaa ttccgtgaat catcgaatct ttgaacgcac attgcgcccc  ctggcttcc agggggcatg cctgttcgag cgtcattaca accctcaagc cccggettgg  tcttgggccc gccatcatg gcccgcctca aaagcagtgg cggccccgtc  cggctcaag  cgtagtacta ctcgtcgctt gtcgggctcg ggcggcggcc ggccagcaag  cccctcacac  accaggttga cctcggatca ggtagggata cccgctg</p>
<p><i>Rhytisma punctatum</i> isolate WA-1 internal transcribed spacer 1, partial sequence; 5.8S ribosomal RNA gene and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and large subunit ribosomal RNA gene, partial sequence</p>	<p>gccggcccaa agacccaac ctcttgaatc tgtgccgtct gactggaacg caaatcgtga  aaaacttca acaacggatc tcttggttct ggcatcgatg aagaacgcag cgaatgcga  taagtaatgt gaattgcaga attcgtgaa tcatcgaatc ttgaacgca cattgcgccc  tctggatttc ctgggggcat gcctgttcga gcgctcattac aaccctcaag cgcagcttgg  tgttgggctt gccggatagc gctcgcctca aagtcagtgg cggcggcgtc  cggctcaag  cgtagtacta ctcgtcgctt ggtgggcctg ggcggcggc cggccagcaa  ccccattta  tctcggttga cctcgaatca ggtagggata cccgctg</p>

<p><i>Rhytisma andromedae</i> voucher Lantz 438 (UPS) 12S small subunit ribosomal RNA gene, partial sequence; mitochondrial</p>	<p>ttgggggat gtatagtact cttatgaggc tagtttggtt tgaataaaa gtaaatcgtt ataaaataaa cataacacca actacgttgg ataaaattct agatagaata cttattatga ctattttcta tctatatgtc ttgaccaaact tacgtgccag cagtcgaggc aatacgtaga agactagtgt tattcatctt tactagggtt aaagggtacc tagacggtat tattaagcca cctctcttt gctagagga aggcaaatat ttactagag ttaaatgtaa gaagggagaa tttaggtgt agagatataa ttcgttgata ctctgaagac tggaatggc gaaagcacc ttctatgtaa taactgacgt taagggacga aggcttgggg cgcaaccagg attagatacc ctattagcc atgcagataa ttatgaatgc catagactag atataattha gttataaat gaaagttaa gcaatccacc tcaagagtac tgtggcaacg ctggaactga aatcattaga ccgcttctga gaacagtagt gaagcatgtt atataatccg atagccctcg taaaacctta ccacaacttg aatgggtgct tctttcttt agcgaagcaa atcgctttt tcttactgt tgctcagct ctctggtgcc ctacccttt gctttgctag ggtaagggca aagaagcgca aggccataca aggtctctct agataagat gccttgcaag gccagagaga gaggggtctt tgcccctta gaagcaaacc cctctcatg gggctttgct tctagagcaa aagaagagat attaaattaa agggatgta cagggtgtgc acggtgtct tcagctaattg tcgtgagatt gtggttagt ccataaaatt agcgtaaacc ccggctttat ttttaatta ttatgataaa gtagttcgtc tgtatattga taaatgataa cagggaaaag ac</p>
<p><i>Rhytisma salicinum</i> voucher BPI843549 18S ribosomal RNA gene, partial sequence; internal transcribed spacer 1, 5.8S ribosomal RNA gene, and internal transcribed spacer 2, complete sequence; and 28S ribosomal RNA gene, partial sequence</p>	<p>cattaaagaa ttggtgatgc tctgcgtccc attctcacc tatgtttatt aaacctcagt tgctttggcc gtcatacagc cggccaaagg accctgaact cttgaattat tgctgtctga gtatatataa caatcgtaa aacttcaac aacggatctc ttggtcttg catcgatgaa gaacgcagcg aaatgcgata agtaatgtga attgcagaat tcagtgaatc atcgaatctt tgaacgcaca ttgcgccctc tggattccg gggggcatgc ctgttcgagc gtcattacaa ccctcaagca acgcttgatg ttaggcctgc cttgattggc gcgccctaaa agaagtggcg gctccgtcca gtctcaagcg tagtaatact cgccactgt taggcttggg cgagagcttg ccagagaacc cccaatatat atatatatat acacaagggt gac</p>

Специфические праймеры разрабатывались на основе данных последовательностей при помощи программного обеспечения Primer-Blast [11]. Специфичность разработанных последовательностей праймеров проверялась *in silico* посредством модуля BLAST [12] на сайте NCBI.

**Результаты и обсуждение.** Подобранные праймеры представлены в таблице 2. Среди сгенерированных праймеров были отобраны максимально удовлетворяющие следующим требованиям: отсутствие повторяющихся элементов и палиндромов, оптимальная длина в диапазоне от 16–25 нуклеотидов, соотношение количества АТ и GC нуклеотидов около 1:1; низкое значение самокоплементарности полученных праймеров [13].

Таблица 2. Характеристики разработанных праймеров к представителям рода *Rhytisma* (Tm – температура плавления праймеров, °C; GC % – содержание GC-оснований, %)

Праймер	Последовательность (5'→3')	Tm	GC%	Само- компл тар- ность	Само- компле ментар ность 3'	Длина продукта, п.н.
<i>Rh. acerinum</i>						
Прямой	CCGTCTGAGTACCACGCAAT	60.11	55.00	4.00	2.00	
Обратный	CCCGACAAGCGACGAGTAG	60.23	63.16	3.00	2.00	292
<i>Rh. punctatum</i>						
Прямой	AATCTGTGCCGTCTGAGTGG	60.04	55.00	4.00	3.00	
Обратный	GCAATTCGCTGCGTTCTTCA	60.11	50.00	4.00	5.00	92
<i>Rh. andromedae</i>						
Прямой	TGACGTTAAGGGACGAAGGC	60.04	55.00	4.00	2.00	
Обратный	GAAGACAACCGTGCAACACC	59.97	55.00	4.00	1.00	508
<i>Rh. salicinum</i>						
Прямой	TACAACCCTCAAGCAACGCT	59.89	50,00	3.00	3.00	
Обратный	TCTCGCCCAAGCCTAACAAG	60.04	55,00	3.00	3.00	120

### Заключение

Полученные последовательности праймеров можно использовать для видовой диагностики возбудителей листовых пятнистей растений. В дальнейшем будет проверена эффективность и проведена апробация сконструированных последовательностей на растительном материале с симптомами болезни и без них.

Исследование выполнено в рамках работы по выполнению государственного задания № 5-323 «Молекулярно-генетическая идентификация фитопатогенов сеянцев (саженцев) основных лесобразующих пород».

### Список литературы

1. Phylogeny and taxonomy of *Rhytisma*-like species worldwide / Q. T. Wang, M. J. Guo, Lv, T., H. S. Zhou, Wang, S. J. Wang, C. L. Hou // Fungal Diversity. – 2023. – Pp. 1-43.
2. Minter, D. W. *Rhytisma andromedae*. [Descriptions of Fungi and Bacteria] // Descriptions of Fungi and Bacteria. – 1996. – No. 130. – P. 1295
3. Woo, J. Y. The life history and cytology of *Rhytisma punctatum* on bigleaf maple / J. Y. Woo, A. D. Partridge // Mycologia. – 1969. – Vol. 61. – No. 6. – P. 1085-1095.
4. Bevan, R. J. *Rhytisma acerinum* as a biological indicator of pollution / R. J. Bevan, G. N. Greenhalgh // Environmental Pollution. – 1976. – Vol. 10. – No. 4. – Pp. 271-285.
5. Волков, Д. Э. Поражаемость клена остролистного (*Acer platanoides* L.) патогенными грибами в лесных сообществах Воронежской области / Д. Э. Волков, Г. М. Мелькумов, О. М. Сигитова // Современная микология в России. – 2015. – С. 112.
6. Филиппова, Н. В. Изучение сообществ грибов верховых болот таежной зоны Западной Сибири. II. Микробиоты на опаде болотных растений // Микология и фитопатология. – 2015. – Т. 49. – №. 3. – С. 164-172.

7. Богачева, А. В. Новые и интересные находки дискомицетов на территории Хабаровского края // Биота и среда заповедных территорий. – 2018. – №. 2. – С. 41-53.
8. Инфекционные болезни растений семейства Salicaceae на территории Ханты-Мансийского Автономного округа-Югры / Т. А. Макарова, П. Н. Макаров, Н. П. Ревуцкая, Ю. П. Максименко // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – № 6 (181). – С. 25-32.
9. “MycoBank“; <https://www.mycobank.org/> (доступно: 25.01.2024).
10. “The National Center for Biotechnology Information“; URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (доступно: 25.01.2024).
11. “Primer-Blast“; URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/index.cgi> (доступно: 25.01.2024).
12. “BLAST“ ; URL: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (доступно: 25.01.2024).
13. Конструирование праймеров для ПЦР в программе Primer-BLAST / А. А. Козырева, А. М. Злотина, А. С. Головкин, О. В. Калинина, А. А. Костарева // Трансляционная медицина. – 2021. – 8 (3). – С. 37-52. DOI: 10.18705/2311-4495-2021-8-3-37-52.

### References

1. Wang, Q. T. Phylogeny and taxonomy of *Rhytisma*-like species worldwide / Q. T. Wang, M. J. Guo, Lv, T., H. S. Zhou, Wang, S. J. Wang, C. L. Hou // Fungal Diversity. – 2023. – Pp. 1-43.
2. Minter, D. W. *Rhytisma andromedae*. [Descriptions of Fungi and Bacteria] // Descriptions of Fungi and Bacteria. – 1996. – No. 130. – P. 1295
3. Woo, J. Y. The life history and cytology of *Rhytisma punctatum* on bigleaf maple / J. Y. Woo, A. D. Partridge // Mycologia. – 1969. – Vol. 61. – No. 6. – Pp. 1085-1095.
4. Bevan, R.J. *Rhytisma acerinum* as a biological indicator of pollution / R.J. Bevan, G.N. Greenhalgh // Environmental Pollution. – 1976. – Vol. 10. – No. 4. – P. 271-285.
5. Volkov, D. E. Damage to Norway maple (*Acer platanoides* L.) by pathogenic fungi in forest communities of the Voronezh region / D. E. Volkov, G. M. Melkumov, O. M. Sigitova // Modern mycology in Russia. – 2015. – P. 112.
6. Filippova, N.V. Study of fungal communities of raised bogs in the taiga zone of Western Siberia. II. Micromycetes on the litter of marsh plants // Mycology and phytopathology. – 2015. – Т. 49. – No. 3. – Pp. 164-172.
7. Bogacheva, A. V. New and interesting finds of discomycetes on the territory of the Khabarovsk Territory // Biota and environment of protected areas. – 2018. – No. 2. – Pp. 41-53.
8. Infectious diseases of plants of the Salicaceae family on the territory of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug-Ugra / Makarova T. A., Makarov P. N., Revutskaya N. P., Maksimenko Yu. P. // Bulletin of Orenburg State University. – 2015. – No. 6 (181). – Pp. 25-32.
9. “MycoBank“; URL: <https://www.mycobank.org/> (available: 01/25/2024).

10. “The National Center for Biotechnology Information”; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (available: 01/25/2024).
11. “Primer-Blast”; URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/index.cgi> (available: 01/25/2024).
12. “BLAST“; URL: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (available: 01/25/2024).
13. . Design of primers for PCR in the Primer-BLAST program / A. A. Kozyreva, A. M. Zlotina, A. S. Golovkin, O. V. Kalinina, A. A. Kostareva // Translational medicine. – 2021. – 8 (3). – Pp. 37-52. DOI: 10.18705/2311-4495-2021-8-3-37-52

## ПОЛУВЕКОВОЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АУТОХТОННЫХ ДРЕВОСТОЕВ ТОПОЛЯ В ХОПЕРСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

А.И. Сиволапов<sup>1</sup>, Т.А. Благодарова<sup>2</sup>, В.А. Сиволапов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ФГБУ Всероссийский НИИ лесной генетики, селекции и биотехнологии  
г. Воронеж, Россия

<sup>3</sup>ФБУ «Российский центр защиты леса»  
«Центр защиты леса Воронежской области»

**Аннотация.** В настоящей работе приводится анализ пятидесятилетней динамики основных характеристик древостоев тополя белого (*Populus alba* L.), тополя сереющего (*Populus canescens* Sm.) и тополя черного (*Populus nigra* L.) на территории Хоперского государственного природного заповедника по материалам постоянных пробных площадей, заложенных А. И. Сиволаповым в 1972 и в 1976 годах с целью селекционного отбора наиболее продуктивных и устойчивых клоновых микропопуляций этих видов. Изменения, происходящие на пробных площадях каждые пять лет и значительный статистический материал позволяют с большой достоверностью проводить количественный и качественный анализ поведения сформировавшихся ассоциаций тополя белого, сереющего, осокоря. Отобранные высокопродуктивные генотипы явились маточными деревьями для создания сортов и рекомендованы для плантационного разведения.

**Ключевые слова:** тополь белый; осокорь; тополь сереющий; сорт; селекционный отбор.

## HALF-CENTURY MONITORING OF THE CONDITION OF AUTOCHTHONIC POPLAR TREE STANDS IN THE KHOPERSKY RESERVE

A.I. Sivolapov<sup>1</sup>, T.A. Blagodarova<sup>2</sup>, V.A. Sivolapov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

<sup>2</sup>All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, Voronezh, Russia

<sup>3</sup>"Russian Center for Forest Protection"  
"Forest Protection Center of the Voronezh Region"

**Abstract:** This paper provides an analysis of the fifty-year dynamics of the main characteristics of white poplar (*Populus alba* L.), gray poplar (*Populus canescens* Sm.) and black poplar (*Populus nigra* L.) stands on the territory of the Khopersky State Nature Reserve based on



materials from permanent trial plots established by A. I. Sivolapov in 1972 and 1976 for the purpose of selective selection of the most productive and stable clonal micropopulations of these species. The changes that occur in the sample plots every five years and significant statistical material allow us to carry out with great reliability a quantitative and qualitative analysis of the behavior of the formed associations of white poplar, graying poplar, and sedge. Selected highly productive genotypes were mother trees for creating varieties and recommended for plantation breeding.

**Keywords:** white poplar; sedge; graying poplar; variety; breeding selection.

### **Введение**

В Хоперском государственном заповеднике сохранились уникальные насаждения аборигенных видов тополя белого, сереющего и тополя черного. Это единственное место в Центральном Федеральном округе, где можно встретить такие высоко продуктивные древостой топольников.

В 1972 г. нами восстановлены постоянные пробные площади, заложенные П.М. Васильевым в 1965-1966 гг., и заложены новые пробные площади в клоновых микропопуляциях тополя белого, сереющего, осокоря [3, 4, 5, 8].

Целью данной работы было показать таксационные изменения, происходящие в древостоях тополя на территории заповедника за 50 лет.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследования служили постоянные пробные площади, заложенные вновь (кв. 93) и восстановленные (кв. 124, 132, 180) четыре ранее в 1972 году. В клоновой микропопуляции тополя сереющего (кв. 92) также заложена пробная площадь. Древостой тополей в пойме Хопра в основном представлены клонами или клоновыми популяциями. При отборе плюсовых насаждений тополей решающее значение придавалось их продуктивности, качеству и состоянию, с учетом особенностей роста деревьев этих видов тополей.

Дендрометрические характеристики деревьев и насаждений определяли с использованием стандартного таксационного описания [2]. Для оценки жизненного состояния деревьев по габитуальным морфологическим признакам использовали методику В.А. Алексеева [1].

### **Результаты исследования и их обсуждение.**

Древостой тополей в пойме Хопра в основном представлены клонами или клоновыми популяциями. Отбор плюсовых насаждений и деревьев тополей проводился на рост и продуктивность, качество и жизнеспособность, с учетом полового диморфизма. Одна пробная площадь тополя белого в кв. 124 представлена деревьями женского, другая мужского пола.

Отпад высоковозрастных деревьев тополя белого происходит в результате биологической спелости и естественного отбора. Угнетенные деревья подвержены усыханию и отпаду. На пробных площадях квартала 124 в возрасте 88 - 90 лет наблюдается наибольший отпад деревьев, в квартале 93 деревья тополя белого в возрасте 145 лет имеют незначительный отпад (рис.). В целом, рост и продуктивность тополя белого увеличивается, даже к возрасту 145 лет. Исследования показывают, что большой прирост древесины у тополя белого наблюдается в возрасте от 40 до 70 лет (кв. 124). Участок тополей в кв. 93 Хоперского заповедника, теперь уже в возрасте 145 лет с запасом древесины более

1700 м<sup>3</sup>/га можно рассматривать как уникальный памятник природы ЦЧР. Пробные площади в кв. 132 и 180 списаны, все деревья выпали.

Таблица 1 - Лесоводственно-таксационная характеристика тополя белого и сереющего по данным пробных площадей

Порода	№ Квартала	Возраст, лет	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Бонитет	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
Т. белый	93	145	99,0	45,0	Ia	1,2	1700,0
Т. белый	124	90	47,0	36,0	Ia	1,3	1220,0
Т. белый	124	88	48,0	35,0	Ia	1,3	1100,0
Т. сереющ.	92	45	64,0	37,0	Iб	0,65	527,0

Тополь сереющий – спонтанный гибрид тополя белого и осины в кв. 92 занимает небольшую куртину и представлен крупнолистной триплоидной формой, которая оформлена в 2000 году как сорт «тополь Хоперский 1». Триплоидная форма тополя сереющего, произрастающая совместно с осинкой, практически полностью вытеснила осину [6,7,8,9].

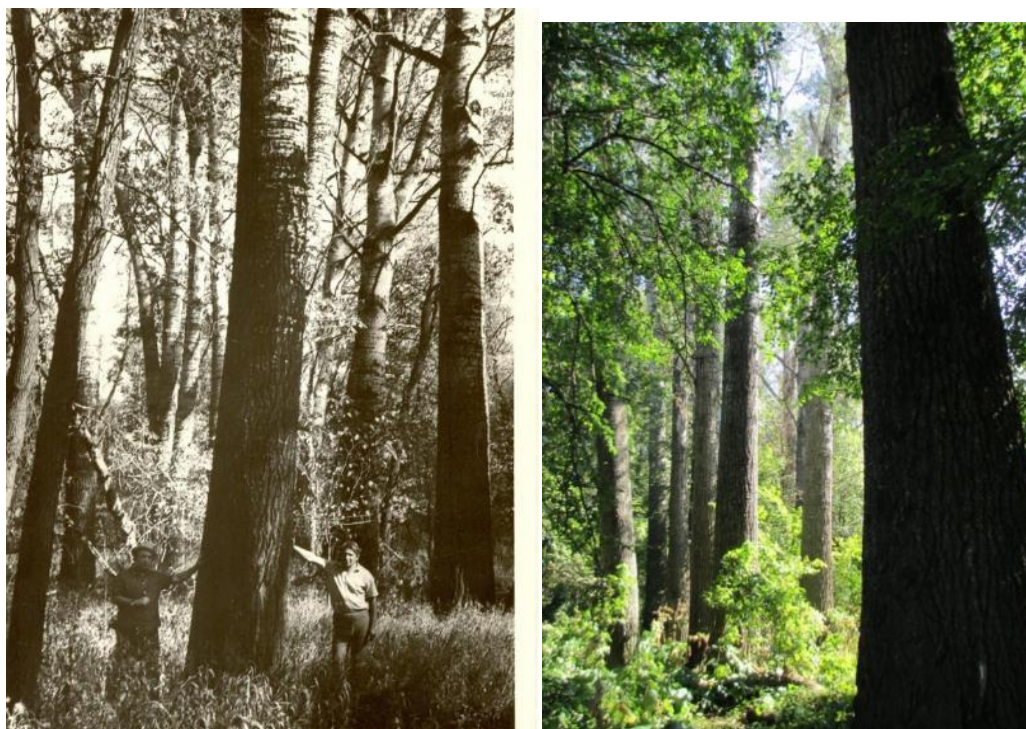


Рисунок 1 – Столетнее насаждение (слева) тополя белого в квартале 93 Хоперского заповедника. 1972 г., слева – проф. С.И. Машкин. Справа это же насаждение в возрасте 135 лет

Площадь осокорников в заповеднике сокращается, в 1965 году она составляла 200 га. Заложенные постоянные пробные площади каповой и типичной формы тополя черного в кв. 120 полностью разрушены и списаны. Небольшой участок высокопродуктивного осокоря сохранился в квартале 89. Однако встречаются участки, где осокорь появляется корнеотпрысковыми куртинами.

### Выводы

Таким образом, спустя 50 лет, как были заложены пробные площади в тополеводниках ХГПЗ, которыми восхищался проф. С.И. Машкин и М.М. Вересин, отобранные плюсовые деревья используются для селекции; получен сорт тополя сереющего «Хоперский 1» и размножают его, используя биотехнологию *in vitro*.

### Список литературы

1. Алексеев, В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51-57.
2. Анучин Н.П. Лесная таксация // – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 552 с.
3. Вересин, М.М. Высокоценные насаждения тополей и древовидной ивы в Хоперском заповеднике / М.М. Вересин, А.П. Царев, А.И. Сиволапов // Природные ресурсы Воронежской области и их охрана. – Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1974. – С. 65 – 67.
4. Сиволапов, А.И. Великаны Хоперского леса // Воронежские дали. - Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981. – С. 88 – 92.
5. Сиволапов, А.И. Тополь сереющий: генетика, селекция, размножение. – Воронеж: ВГУ, 2005. – 157 с.
6. Цитологические, молекулярные и лесоводственно-селекционные исследования коллекции полиплоидных тополей / А.И. Сиволапов, Д.В. Политов, О.С. Машкина, М.М. Белоконь, В.А. Сиволапов, Ю.С. Белоконь, Т.М. Табацкая // Сибирский лесной журнал. – 2014. - № 4. – С. 50-58
7. Sivolapov A., Blagodarova T., Sivolapov V. Forty-five-year monitoring of selection stands of white poplar (*Populus alba* L.), gray (*Populus canescens* Sm.), black poplar (*Populus nigra* L.) and willow (*Salix alba* L.) in Khoperska state nature reserve // FORESTRY 2018 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 226 (2019) 11001 pp. 1 – 9.
8. Сиволапов, А.И. Аллотриплоидные клоны тополя сереющего (*Populus canescens* Sm.), отобранные в пойме Хопра и Дона – крупное достижение кафедры лесных культур в селекционном лесоводстве // Успехи современного естествознания. – 2020. №2.- С. 25 – 30.
9. Царев, А.П. Селекция и сортоиспытание тополей : монография / А.П. Царев, Ю.В. Плугатарь, Р.П. Царева ; под общ. ред. А.П. Царева. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. – 252 с.

### References

1. Alekseev, V.A. Diagnostics of the vital state of trees and stands // Forest science. - 1989. – No. 4. – pp. 51-57.
2. Anuchin N.P. Forest taxation // – M.: Lesnaya prom-st, 1982. – 552 p.
3. Veresin, M.M. Highly valuable plantations of poplars and tree-like willow in the Khopersk reserve / M.M. Veresin, A.P. Tsarev, A.I. Sivolapov // Natural resources of the Voronezh

region and their protection. Voronezh: Publishing House of Voronezh University, 1974. – pp. 65-67.

4. Sivolapov, A.I. Giants of the Khopersk forest // Voronezh distances. Voronezh: Voronezh Publishing House. Unita, 1981. – pp. 88-92.

5. Sivolapov, A.I. Graying poplar: genetics, breeding, reproduction. – Voronezh: VSU, 2005. – 157 p.

6. Sivolapov, A.I. Cytological, molecular and forestry-breeding studies of the collection of polyploid poplars/ A.I. Sivolapov, D.V. Politov, O.S. Mashkina, M.M. Belokon, V.A. Sivolapov, Yu.S. Belokon, T.M. Tabatskaya // Siberian Forest Journal. – 2014. - No. 4. – S. 50-58

7. Sivolapov A., Blagodarova T., Sivolapov V. Forty-five-year monitoring of selection stands of white poplar (*Populus alba* L.), gray(*Populus canescens* Sm.), black poplar (*Populus nigra* L.) and willow (*Salix alba* L. Khoperska state nature reserve // FORESTRY 2018 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 226 (2019) 11001 pp. 1-9.

8. Sivolapov, A.I. Allotriploid clones of the graying poplar (*Populus canescens* Sm.) selected in the floodplain of the Khopra and Don – a major achievement of the Department of Forest Crops in selective forestry // The successes of modern natural science. - 2020. No.2.- pp. 25-30.

9. Tsarev, A.P. Selection and variety testing of poplars : monograph / A.P. Tsarev, Yu.V. Plugatar, R.P. Tsareva ; edited by A.P. Tsarev. – Simferopol : IT "ARIAL", 2019. – 252 p.

## ИНТРОДУКЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УРБАНОФЛОРЫ Г. ВОРОНЕЖА

А.Н. Цепляев, В.Т. Попова, О.С. Рязанцева

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

**Аннотация.** Одним из наиболее перспективных регионов в интродукционном отношении для условий средней полосы России является Северная Америка. Она представляет особый интерес, так как географическое положение Северной Америки и центральной части России таковы, что их климат и почвы схожи. Поэтому вероятность хорошей адаптации в наших условиях североамериканских растений с сохранением декоративности будет высока. Цель исследования заключалась в оценке итогов интродукции североамериканских древесных растений, высаженных на общественных территориях г. Воронежа, и выделение среди них наиболее высокодекоративных устойчивых видов. При анализе итогов интродукции важно определить степень адаптации растений к новым природно-климатическим условиям. Исследователи предлагают определять успешность интродукции по нескольким шкалам одновременно, что позволит учитывать разнообразие вариантов прохождения процесса интродукции. Для анализа нами были выбраны наиболее распространенные в практике интродукции шкалы П.И. Лапина и С.Б. Сидневой, а также коэффициент перспективности И.А. Смирнова, модифицированный У.Ф. Кучинской. Как показали проведенные исследования, самые высокие показатели по комплексу признаков среди анализируемых видов получили *Quercus macrocarpa* и *Quercus imbricaria*, и, следовательно, можно сказать, что они являются наиболее перспективными для использования в озеленении городских территорий. Также к перспективным могут быть отнесены *Acer saccharinum* и *Acer rubrum*.

**Ключевые слова:** биоразнообразие, декоративность, зимостойкость, интегральная оценка, интродукция, коэффициент перспективности.

## INTRODUCTION AND PROSPECTS OF APPLICATION OF SOME SPECIES OF NORTH AMERICAN WOODY PLANTS IN THE URBAN FLORA OF VORONEZH

A.N. Tsepliaev, V.T. Popova, O.S. Ryazantseva

<sup>1</sup>*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

**Abstract.** One of the most perspective regions in terms of introduction for the conditions of the central part of Russia is North America. It is of particular interest because the geographical location of North America and the central part of Russia have similar climate and soils. Therefore, the probability of a good adaptation of North American plants in our conditions with the preservation of decorative properties will be high. The purpose of the study was to evaluate the results of the introduction of North American woody plants planted in public areas of the city Voronezh, and the selection of the most highly decorative resistant species among them. When analyzing the results of the introduction, it is important to determine the degree of adaptation of plants to new natural and climatic conditions. The researchers propose to determine the success of the introduction on several scales at the same time, which will allow taking into account the variety of options for the introduction process. For the analysis, we selected the most common introduction scales of P.I. Lapin and S.B. Sidneva, as well as I.A. Smirnov's perspective coefficient, modified by U.F. Kuchinskaya. As the conducted studies have shown, *Quercus macrocarpa* and *Quercus imbricaria* received the highest indicators for the complex of characteristics among the analyzed species, and, therefore, we can say that they are the most promising for use in urban landscaping. *Acer saccharinum* and *Acer rubrum* can also be considered promising.

**Keywords:** biodiversity, decorativeness, winter hardiness, integral assessment, introduction, coefficient of prospects.

### Введение

В настоящее время приоритетными функциями леса являются социальные, экологические и культурные. При этом они рассматриваются во взаимосвязи с улучшением и повышением биологического разнообразия, в том числе и городских зеленых насаждений.

Восстановление урбоэкосистем до уровня, обеспечивающего стабильность окружающей среды, возможно за счет включения в растительный ассортимент интродуцированных видов [1].

Важным аспектом выбора древесных растений также становится их эстетическое значение. Растения обладают значительным формовым разнообразием, которое следует учитывать при разработке планировочных решений, важна также их декоративность за счет цветения, листвы и архитектуры кроны. При проектировании современных садов, общественных пространств все чаще используются экзотические растения, которые не встречаются в местной флоре [5].

При этом высокая степень цветения и плодоношения имеют не только декоративное значение, но и показывают возможность семенного размножения, что является одним из факторов перспективности интродукции видов.

На состояние зеленых насаждений городов негативное влияние оказывает усиливающееся антропогенное воздействие и ухудшение экологической ситуации, в связи с чем насаждения все больше заселяются вредителями и болезнями. Поэтому важно провести отбор интродуцентов, являющихся устойчивыми к ухудшающимся условиям городской среды.

Ограничивающими факторами среды для успешного произрастания древесных растений в большинстве районов России являются низкие температуры в определенные сезоны года и сложный комплекс внешних условий, которым растения подвергаются во время перезимовки. В средней полосе европейской части России часто наблюдаются повреждения листьев и побегов ранними осенними заморозками; критические для многих растений понижения температуры зимой, ожоги и иссушение побегов в ясные солнечные дни в конце зимы и ранней весной; повреждения распускающихся почек, молодых листьев, цветков и завязей поздневесенними заморозками [1].

По литературным источникам одним из наиболее перспективных регионов в интродукционном отношении для условий средней полосы России является Северная Америка. Она представляет особый интерес, так как географическое положение Северной Америки и центральной части России таковы, что их климат и почвы схожи. Поэтому вероятность хорошей адаптации в наших условиях североамериканских растений с сохранением декоративности будет высока [2].

**Цель исследования.** Цель данного исследования заключалась в оценке итогов интродукции североамериканских древесных растений, высаженных на общественных территориях г. Воронежа, и выделение высокодекоративных устойчивых видов.

**Материал и методы исследования.** В качестве объектов исследования нами выбраны 8 видов североамериканских древесных растений интродуцентов, которые высажены на общественных территориях г. Воронежа (табл. 1).

Таблица 1. Объекты исследования

Вид	Количество экземпляров выборки, шт.	Эколого-географическое происхождение	Зона зимостойкости
Дуб шарлаховый (лат. <i>Quercus coccinea</i> )	1	Восток США	4-5
Дуб лавролистный (лат. <i>Quercus laurifolia</i> )	1	Прибрежные районы юга США	4-5
Дуб крупноплодный (лат. <i>Quercus macrocarpa</i> )	2	Центр Северной Америки	3
Дуб болотный (лат. <i>Quercus palustris</i> )	1	Восток США	5
Дуб черепитчатый (лат. <i>Quercus imbricaria</i> )	2	Восток США	4
Каркас западный (лат. <i>Celtis occidentalis</i> )	1	Восток и центр США	4

Вид	Количество экземпляров выборки, шт.	Эколого-географическое происхождение	Зона зимостойкости
Гимнокладус двудомный (лат. <i>Gymnocladus dioicus</i> )	1	Восток и центр США, Канада	3
Клен сахаристый (лат. <i>Acer dasycarpum</i> )	5	Восток Северной Америки, Канада	4
Клён красный (лат. <i>Acer rubrum</i> )	Более 15	Юго-восток США	4

Дуб шарлаховый (лат. *Quercus coccinea*). Листопадное дерево до 15 м высотой. Плоды: мелкие конические желуди. Хорошо растет на бедных, сухих, песчаных или гравийных почвах. Цветет одновременно с распусканием листьев, в мае. Плодоносит в сентябре. Растет быстро.

Дуб лавролиственный (лат. *Quercus laurifolia*) полувечнозеленое дерево высотой 20-25 м, очень редко – 40 м. Цветет дуб в мае в возрасте 40-60 лет. Плод – желудь, он гладкий, продолговатый, длиной 1-2 см. Дуб предпочитает солнечное, просторное место посадки. Почва подходит плотная, плодородная, не слишком влажная. Дуб долговечен (до 500 лет), устойчив к ветрам.

Дуб крупноплодный (лат. *Quercus macrocarpa*). Желуди как правило одиночные, сидячие или на маленьком плодоносе, сравнительно крупные, овальные, до 5 см в длину, охвачены на 1/3 глубококашечевидной плюской.

Дуб болотный (лат. *Quercus palustris*). Стройное дерево до 25 м высотой. Желуди сидячие, почти шаровидные, до 1,5 см, на 1/3 охвачены плюской. Растет быстро, менее морозостоек, чем дуб красный. Более требователен к почве и ее влажности, так как в природе растет на глубоких, влажных почвах берегов рек и болот. Хорошо переносит город.

Дуб черепитчатый (лат. *Quercus imbricaria*). Дерево среднего размера, растущее до 20 м высотой. Желуди: созревают осенью второго года. Желудь почти шаровидный, диаметром около 1,5 см. Дуб черепитчатый отличается засухоустойчивостью, толерантен к засолению и условиям города.

Каркас западный (лат. *Celtis occidentalis*). Крупное дерево до 40 м высотой. Вегетация с начала мая до конца октября. Растет медленно. Растет на сухих почвах в лесной и степной зонах. Цветет во второй декаде мая. Плоды созревают в октябре.

Гимнокладус двудомный (лат. *Gymnocladus dioicus*). Это высокие деревья до 30 м высотой. Цветет бундук крупными светло желтыми цветами с нежнейшим лимонным ароматом. Период цветения выпадает на начало лета и продолжается до 10 дней.

Клен сахаристый (лат. *Acer dasycarpum*). Дерево с широкой развесистой кроной высотой в среднем 15-20 м и диаметром кроны до 12-15 м. Цветет до распускания листьев. Довольно нетребователен к почвенным условиям. Переносит кратковременную засуху почвы и временное затопление. Хорошо переносит городские условия.

Клён красный (лат. *Acer rubrum*) Дерево высотой до 10-20 м и диаметром кроны свыше 5-8 м. Цветет с конца апреля, значительно раньше появления листьев, женские цветки



красные на длинных цветоножках. Растет быстро. Хорошо развивается в условиях города. Устойчив к грибным заболеваниям листьев [8].

При подведении итогов интродукции важно определить степень адаптации растений к новым природно-климатическим условиям. Во многих случаях исследователи предлагают определять успешность интродукции по нескольким шкалам одновременно. Это позволяет учитывать разнообразие вариантов прохождения интродукционного процесса.

Из достаточно большого количества методик нами были выбраны наиболее распространенные в практике интродукции шкалы: П.И. Лапина и С.Б. Сидневой, а также коэффициент перспективности И.А. Смирнова, модифицированный У.Ф. Кучинской [4, 6, 7].

Интегральная оценка Лапина П.И. и С.Б. Сидневой складывается из нескольких показателей, характеризующих состояние растений в месте интродукции. В основе оценки лежит определение частных оценок показателей: степень ежегодного вызревания побегов, зимостойкость, сохранение габитуса, побегообразовательной способности, регулярности прироста побегов в высоту, способность растений к генеративному развитию, доступным способам размножения в культуре. Данная методика позволяет дать интегральную оценку жизнеспособности интродуцированных растений, которая выражена числовыми показателями.

После подсчета баллов по 7 показателям используют шестиступенчатую шкалу перспективности к интродукции:

- 1 группа – вполне перспективных (91-100 баллов).
- 2 группа – перспективные растения (76-90 баллов).
- 3 группа – менее перспективные растения (61-75 баллов).
- 4 группа – малоперспективные растения (41-60 баллов).
- 5 группа – неперспективные растения (21-40 баллов),
- 6 группа – не пригодные для интродукции растения (5-20 баллов) [4].

Также нами проведена оценка перспективности по шкале И.А. Смирнова, модифицированной У.Ф. Кучинской, которая определяется путем вычисления коэффициента перспективности ( $K_n$ ) по следующим показателям: зимостойкость (З), состояние (С), устойчивость к болезням (Б), устойчивость к вредителям (В), цветение (Ц), плодоношение (П) и декоративность (Д) [6, 7].

$$K_n = (З+С+Б+В+Ц+П+Д) / 42$$

Все показатели переводились в 6-ти бальную шкалу, где наибольший балл обозначает высокую степень признака. Перспективность растений определялась по следующей шкале (табл. 2).

Таблица 2. Шкала перспективности И.А. Смирнова, модифицированная У.Ф. Кучинской

Группы перспективности растений	Коэффициент перспективности
Весьма перспективные	0,9...1,0
Перспективные	0,8...0,9
Малоперспективные	0,7...0,8
Неперспективные	0,6...0,7

**Результаты исследования и их обсуждение.** Оценка перспективности растений имеет решающее значение для их массового распространения. Основными показателями оценки жизнеспособности и перспективности растений, характеризующие состояние и возможность существования этих растений в данных условиях являются: зимостойкость, устойчивость к болезням и вредителям, цветение и плодоношение, общее состояние и декоративность.

Перспективность интродукции растений в любом районе зависит от жизнеспособности в новых условиях существования. Жизнеспособность проявляется в своеобразии и полноте прохождения растениями циклов сезонного и онтогенетического роста и развития. Отклонения от нормы позволяют судить о том, насколько пригодны растения для практического использования в районе интродукции.

В табл. 3 приведены результаты оценки перспективности анализируемых видов в условиях урбосреды г. Воронежа по указанным выше методикам.

Таблица 3. Результаты оценки перспективности

Вид	Методика И.А. Смирнова (мод. У.Ф. Кучинской)		Методика П.И. Лапина и С.Б. Сидневой	
	Значение коэф.	Группа перспективности	Сумма баллов	Группа перспективности
Дуб шарлаховый (лат. <i>Quercus coccinea</i> )	0,71	Малоперспективные	69	Менее перспективные
Дуб лавролистный (лат. <i>Quercus laurifolia</i> )	0,76	Малоперспективные	69	Менее перспективные
Дуб крупноплодный (лат. <i>Quercus macrocarpa</i> )	1	Весьма перспективные	97	Вполне перспективные
Дуб болотный (лат. <i>Quercus palustris</i> )	0,76	Малоперспективные	69	Менее перспективные
Дуб черепитчатый (лат. <i>Quercus imbricaria</i> )	1	Весьма перспективные	97	Вполне перспективные
Каркас западный (лат. <i>Celtis occidentalis</i> )	0,74	Малоперспективные	69	Менее перспективные
Гимнокладус двудомный (лат. <i>Gymnocladus dioica</i> )	0,73	Малоперспективные	69	Менее перспективные
Клен сахаристый (лат. <i>Acer saccharinum</i> )	0,81	Перспективные	83	Перспективные
Клён красный (лат. <i>Acer rubrum</i> )	0,86	Перспективные	83	Перспективные

На рис. 1 представлены сравнительные итоги анализа перспективности исследуемых видов. Для сопоставимости данных по двум методикам, количество баллов, определенных по методике П.И. Лапина, были переведены в коэффициент.

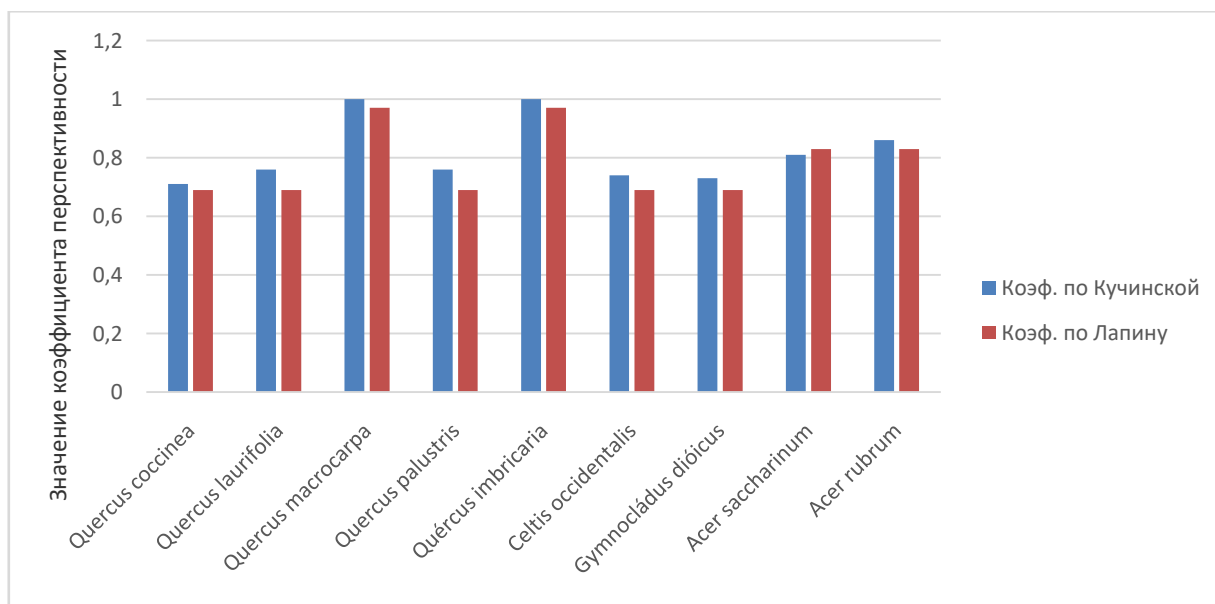


Рисунок 1 – Итоги оценки перспективности североамериканских видов

Анализ перспективности интродуцированных видов по двум методикам дал схожие результаты. Наиболее устойчивыми видами являются *Quercus macrocarpa* и *Quercus imbricaria*. Растения этих видов имели хорошие приросты, развитые побеги, почки и листья, нормальную их окраску, хорошо цвели и плодоносили, не подвержены болезням и вредителям, имеют декоративный вид. *Quercus coccinea*, *Quercus laurifolia*, *Celtis occidentalis*, *Gymnocladus dioicus* отнесены в группу Малоперспективные (И.А. Смирнов/У.Ф. Кучинская) или Менее перспективные (П.И. Лапин и С.Б. Сиднева). Они имеют декоративный вид, но при этом не цветут и не плодоносят. Неперспективных видов среди анализируемых растений не выявлено.

### Заключение

Как показали проведенные исследования, самые высокие показатели по комплексу признаков среди анализируемых видов получили *Quercus macrocarpa* и *Quercus imbricaria*, и, следовательно, можно сказать, что они являются наиболее перспективными для использования в озеленении городских территорий. Также к перспективным могут быть отнесены *Acer saccharinum* и *Acer rubrum*. Виды, получившие наименьшие показатели, и которые были отнесены в группу менее перспективных, требуют дальнейшего изучения.

Данные исследования будут продолжены в последующие годы с целью расширения ассортимента наиболее перспективных устойчивых древесных растений для городского озеленения в условиях климата Центральной лесостепи и возрастающей антропогенной нагрузки и.

### Список литературы

1. Андропова М.М. Ступенчатая интродукция древесных растений на севере русской равнины: дис. ... д-ра с.-х. наук 06.03.01 / Андропова М.М. – Архангельск, 2019. – 430 с.
2. Дубовицкая О.Ю., Масалова Л.И. Перспективы расширения устойчивого ассортимента древесных растений для ландшафтного строительства с использованием

североамериканских интродуцентов // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2013. №4.

3. Карбасникова Е.Б. Натурализация видов дендрофлоры в условиях интродукционного стресса: дис. ... д-ра с.-х. наук 06.03.01 / Карбасникова Е.Б. – Вологда, 2021. – 267 с.

4. Лапин П. И. Оценка перспективности интродукции древесных растений по данным визуальных наблюдений. – В кн.: Опыт интродукции древесных растений / П. И. Лапин, С. В. Сиднева. – М, 1973. – С.7-68.

5. Костин А.Е., Авдеев Ю.М. Геоботанические исследования биоразнообразия в урбанизированной среде // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2015. № 3. С. 19-23.

6. Кучинская Е.А. Эколого-биологические особенности голосеменных интродуцентов наеленных пунктов Адыгеи: 03.00.16 «Экология»: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Елена Анатольевна Кучинская. – Ростов-на-Дону, 2006. С. 23.

7. Смирнов И. А. 1989. Методика определения перспективности интродукции древесных растений. Майкоп. 34 с.

8. Элайс Т.С. Североамериканские деревья. Определитель : пер. с англ./ Т.С. Элайс; под ред. И.Ю. Коропачинского; Рос. акад. наук, Сиб. отделение, Центральный сибирский ботанический сад. – Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2014. 959 с.

### References

1. Andronova M.M. Stepwise introduction of woody plants in the north of the Russian plain: dis. ...Doctor of Agricultural Sciences 06.03.01 / Andronova M.M. – Arkhangelsk, 2019. – 430 p.

2. Dubovitskaya O.Yu., Masalova L.I. Prospects for expanding a sustainable range of woody plants for landscape construction using North American introducers // Modern horticulture – Contemporary horticulture. 2013. No.4.

3. Karbasnikova E.B. Naturalization of dendroflora species under conditions of introduction stress: dis. ... Doctor of Agricultural Sciences 06.03.01 / Karbasnikova E.B. Vologda, 2021. 267 p.

4. Lapin P. I. Assessment of the prospects for the introduction of woody plants according to visual observations. – In the book: The experience of the introduction of woody plants / P. I. Lapin, S. V. Sidneva. – М, 1973. – pp.7-68.

5. Kostin A.E., Avdeev Yu.M. Geobotanical studies of biodiversity in an urbanized environment // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. 2015. No. 3. pp. 19-23.

6. Kuchinskaya E.A. Ecological and biological features of gymnosperm introductions in populated areas of Adygea: 03.00.16 "Ecology" : abstract. dis. ... Cand. Biol. sciences / Elena Anatolyevna Kuchinskaya. – Rostov-on-Don, 2006. p. 23.

7. Smirnov I. A. 1989. The method of determining the prospects of the introduction of woody plants. Майкоп. 34 p.

8. Elais T.S. North American trees. Determinant : Translated from English/ T.S. Elais; edited by I.Y. Koropachinsky; Russian Academy of Sciences, Siberian Branch, Central Siberian Botanical Garden. Novosibirsk: Academic publishing house "Geo", 2014. 959 p.

**ИНТРОДУЦИРОВАННЫЕ ВИДЫ СРЕДИЗЕМНОМОРЬЯ В ОЗЕЛЕНЕНИИ РОССИИ**

Ю.В. Чекменева, А.В. Арефьева

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

**Аннотация.** В связи с изменением климатических условий, в результате успехов прогрессивной селекции в ассортименте появляются новые виды в городском озеленении и фитодизайне. Использование интродуцентов Средиземноморья обусловлено их декоративными качествами и видовым разнообразием. Цель исследования – сравнить экологические и биологические свойства некоторых видов Средиземноморья, и оценить возможность их использования в озеленении на территории России. Рассматриваемые виды относятся к морозостойким – *Quercus coccifera* L, умеренно морозостойким - *Platanus × acerifolia* (Aiton) Willd., *Acer buergerianum* Miq, *Tamarix smyrnensis* Bunge, и не морозостойким группам – *Eucalyptus leucoxylon* F. Muell, *Ceratonia siliqua* L, *Pistacia lentiscus* L. В соответствии с различными свойствами растений, согласно дендрологическому районированию Европейской части России, перечисленные виды предлагаются для введения в дополнительный ассортимент в регионы, характеризующиеся умеренно холодными, умеренно мягкими и очень мягкими зимами.

**Ключевые слова:** Средиземноморье, интродуценты, озеленение, дендрологическое районирование.

**INTRODUCED SPECIES OF MEDITERRANEAN IN LANDSCAPE DESIGN OF RUSSIA**

Yu.V. Chekmeneva, A.V. Arefieva

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

**Abstract:** Due to changing climatic conditions, as a result of the success of progressive selection, new species appear in the assortment in urban landscaping and phytodesign. The use of introduced plants from the Mediterranean is due to their decorative qualities and species diversity. The purpose of the study is to compare the ecological and biological properties of some Mediterranean species, and to assess the possibility of their use in landscaping in Russia. The species under consideration belong to the frost-resistant group - *Quercus coccifera* L, moderate frost-resistant - *Platanus × acerifolia* (Aiton) Willd., *Acer buergerianum* Miq, *Tamarix smyrnensis* Bunge, and non-

frost-resistant groups - *Eucalyptus leucoxylon* F.Muell, *Ceratonia siliqua* L, *Pistacia lentiscus* L. In accordance with the various properties of plants, according to the dendrological zoning of the European part of Russia, the listed species are proposed for introduction into an additional assortment in regions characterized by moderately cold, moderately mild and very mild winters.

**Keywords:** Mediterranean, introducents, landscaping, dendrological zoning.

### **Введение**

В современном мире растёт потребность в создании экологически благоприятной, эстетически выразительной окружающей среды в пространстве городов и населенных пунктов. В создании парков, скверов, зеленых зон используются как аборигенные, так и интродуцированные виды. В связи с изменением климатических условий и в результате успехов прогрессивной селекции в ассортименте появляются новые виды в городском озеленении и фитодизайне. Субтропические виды можно встретить в озеленении Краснодарского края на Черноморском побережье России. Средиземноморские виды имеют огромное видовое разнообразие и являются фаворитами по декоративности - за счёт яркости соцветий, форме, размерам и сезонной окраске листьев. Так же тропические и субтропические растения используются в интерьерном фитодизайне и оранжерейном цветоводстве [3].

Цель исследования – сравнить эколого-биологическую характеристику некоторых видов Средиземноморья, оценить возможность использования видов в озеленении согласно дендрологическому районированию России. Рассматриваемые виды распространены в Средиземноморье - в Испании, Италии, Греции и других регионах. Климат относится к умеренно-теплому субтропическому и характеризуется мягкой зимой и жарким летом. Одной из особенностей средиземноморского климата является большое количество солнечных дней в течение года, более 250 дней в году. Весна и осень характеризуются погодой с теплыми температурами и небольшим количеством осадков. Всего за год выпадает до 500 мм осадков. Летом температура может достигать очень высоких значений, превышая 30°C, особенно в южных регионах. В зимний период температуры редко опускаются ниже 10°C, морозные дни редкость. Осадки, как правило, выпадают преимущественно в зимний период, хотя летом могут проходить кратковременные дожди [6].

Растения в регионах с таким климатом имеют отличительные морфологические особенности. Это, как правило, плотные или редуцированные листья, сближенные междоузлия, что помогает выдержать жаркое лето, например, как у тамарикса Смирнского (*Tamarix smyrnensis* Bunge). Эвкалипт белодревесный (*Eucalyptus leucoxylon* F. Muell) имеет узкие с толстой кутикулой, с малым количеством устьиц листья, которые ориентированы ребром к свету. В жару этот вид выделяет вместо воды эфирные масла. Клён трехлопастной (*Acer buergerianum* Miq.) для уменьшения уровня транспирации приспособляется маленькой листовой пластиной и способностью в засушливые годы сбрасывать листву [5].

**Материал и методы исследования.** Объекты исследования – покрытосеменные деревья и кустарники Средиземноморского происхождения. Некоторые виды культивируются в ботанических садах - Никитский ботанический сад, Денрарий г. Сочи, и используются в озеленении Черноморского побережья России. Платан клёнолистный

(*Platanus acerifolia* (Aiton) Willd. Сем. Платановые – *Platanaceae*) - гибрид, появившийся при скрещивании платанов западного и восточного. Дерево в высоту более 30-35 м с широкораскидистой кроной. Листья длиной 15-17 см, шириной 18-20 см, пяти- или семилопастные, на молодых побегах иногда трёхлопастные. Превосходит по выносливости, морозостойкости, скорости роста, лёгкости размножения оба родительских вида. Хорошо размножается семенами, черенками и отводками. Устойчив к задымлённому и пыльному воздуху больших городов [2]. Декоративен интересной корой - в верхней части стволов и на ветвях она отслаивается и опадает крупными пластинами, обнажая более светлоокрашенные участки внутренней коры, что придает стволам пятнисто-мраморный вид. Не менее красочными являются цветки. При распускании мужские головки желтоватые, женские – красные. [8].

Тамарикс смирнинский (*Tamarix smyrnensis* Bunge), сем. *Tamaricaceae*- высокий кустарник или низкорослое дерево 1,5-5 м высотой, с красновато-коричневой корой. Листья ланцетно-яйцевидные, сидячие с несколько узким основанием, цельные, заостренные, 2-3 мм длиной, 1-1,5 мм шириной. Соцветия пятицветные, розовые или розовато-белые [10]. Коробочка пирамидальная, 4-5 мм длиной. Распространен в Румынии, Болгарии, Греции, Турции, России, Иране, Ираке, Афганистане и Пакистане.

Фисташка мастичная (*Pistacia lentiscus* L.) сем. *Anacardiaceae*. Распространена в Средиземноморье, от Канарских островов, Марокко, Испании на западе до Турции, Сирии и Израиля на востоке. Вечнозеленый кустарник до 5 метров, растет медленно. Листья очередные. Цветки мелкие зеленоватые, собраны в кисти. Плоды - костянки красного и черного цвета. Предпочитает сухую или влажную почву и переносит засуху.

Клён трехлопастный, трехраздельный или клен Бургера (*Acer buergerianum* Miq.) семейство *Aceraceae* – лиственное дерево до 5-20 м высотой, с тёмно-серой корой, с тонкой сеткой трещин. Листья тёмно-зелёные, блестящие, слегка кожистые, маленькие, трехлопастные, с округлыми очертаниями. Опадают очень поздно, обычно в ноябре, приобретая перед листопадом золотисто-жёлтый или ярко-красный цвет. Жёлто-зелёные или жёлто-белые цветы собраны в висячие соцветия 2-3 см длиной, появляются весной, после распускания листьев. Крылатки 2-3 см длиной с круглыми орешками. Используется в одиночных и групповых посадках в садах и парках. Широко используется в районах с умеренным климатом – в Японии, Европе, Северной Америке.

Эвкалипт белодревесный (*Eucalyptus leucoxylon* F. Muell) сем. *Myrtaceae* – вечнозеленое дерево до 20 м в высоту. Ареал охватывает юг и юго-восток Австралии. Кора покрыта белыми и голубыми пятнами в верхней части ствола и на ветвях. Листья очередные, на черешках, ланцетные, тускло-зелёные или сизоватые. Соцветия трехцветковые. На родине цветёт в мае - декабре; на Черноморском побережье Кавказа - в октябре - декабре. Во взрослом состоянии выдерживает кратковременное понижение температуры до  $-8... -7$  °C без существенных повреждений. В молодом возрасте более чувствителен к морозам и при  $-7$  °C отмерзает до корня.

Дуб кермесовый (*Quercus coccifera* L.), сем. *Fagaceae* – вечнозеленый густой кустарник 0,25 -1,5 м высоты, в ареале иногда деревце до 4,5 м высоты. Родина - Южная Европа, Малая Азия, Северо-Западная Африка. Листья 1,5-3,5 см длиной и 0,6-2 см шириной,

овальные, эллиптические или продолговато-яйцевидные, жесткие, кожистые, сверху голые, блестящие, темно зеленые, снизу более светлые, голые или слабо опушенные в углах жилок.. Верхушка округлая с оттянутым остроконечием, основание округлое или сердцевидное, край волнисто-выемчатый, с каждой стороны 4-6 парами распростертых, шиповидных зубцов, которые, как и верхушка листа заканчиваются длинным острием. Черешки плотные, очень короткие. Желуди 1,5-2,5 см длины, яйцевидные или продолговато-яйцевидные, на верхушке оттянутые в шиповатое остроконечие, светло коричневые с более темными полосками. Плюска закрывает желудь до половины или на две трети его длины, покрыта тонкими, длинными, часто отогнутыми колючими чешуйками. Цветет в мае. Морозостоек до - 20 °С. Высокодекоративен для южной зоны или для контейнерной культуры в более северных районах.

Цератония стручковая (*Ceratonia siliqua* L., сем. *Fabaceae*) – дерево до 15-16 м высотой. Широко распространена в субтропиках Африки, Австралии, Северной Америки, в странах Средиземноморья. Листья парно-перистосложные, 8-17 см длиной; листочки по 2-4 пары, блестящие, обратнояйцевидные, 3,5-5,5 см в длину и ширину, кожистые, голые, основание широко клиновидное, край цельный, верхушка округлая, заостренная или заметно сердцевидно вдавленная. Цветки красноватые. Плод боб изогнутый, 10-25 длиной около 2,5 см шириной. Основные экологические характеристики видов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Экологическая характеристика видов

Вид	Отношение к свету	Морозостой -кость, °С	Отношение к влаге	Почва
<i>Quercus coccifera</i> L.	светолюбив	-28	мезофит	олиготроф
<i>Platanus × acerifolia</i> (Aiton) Willd.	светолюбив	-25	мезофит	мегатроф
<i>Acer buergerianum</i> Miq.	теневынослив	-23	мезофит	мегатроф
<i>Tamarix smyrnensis</i> Bunge	оч.светолюбив	-20	ксерофит	олиготроф
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	светолюбив	-10	мезофит	мезотроф
<i>Eucalyptus leucoxylon</i> F.Muell	светолюбив	- 7 кратковр.	мезофит	мегатроф
<i>Ceratonia siliqua</i> L.	светолюбив	- 7 кратковр.	ксерофит	олиготроф

**Результаты и обсуждения суждения.** Наиболее морозостойким видом является *Quercus coccifera* L., умеренной морозостойкостью отличаются *Platanus × acerifolia* (Aiton) Willd., *Acer buergerianum* Miq, *Tamarix smyrnensis* Bunge, которые выдерживают морозы - 15...-25°С и не нуждаются в укрытии на зиму.

Не морозостойкие виды - *Eucalyptus leucoxylon* F. Muell и *Ceratonia siliqua* L., *Pistacia lentiscus* L. Понижения температуры до -8, -10° вызывают у них сильные повреждения. Поэтому их можно рекомендовать в оранжерейном растениеводстве, или в условиях Черноморского побережья России.

На основе дендрологического районирования [1] рассматриваемые виды возможно рекомендовать для включения в дополнительный ассортимент в озеленении некоторых районов России (таблица 2).



Таблица 2. Рекомендуемые районы культивирования видов

	название вида	район	ср.мин. темп. января	характер зимы	коэф-т увлажнения	вег. период. дней.
1	<i>Quercus coccifera</i> L.	55 – Брянский 57 – Воронежский 66 - Волгоградский	-11,9 -12,7 -11,8	мягкая мягкая мягкая	1,10 0,77 0,30	166 174 188
2	<i>Platanus × acerifolia</i> (Aiton) Willd.	71- Ставропольский 72- Черкесский 73 - Ростовско - Краснодарский 74 - Туапсинский	-7,9 -7,7 -6,4 1,2	оч.мягкая оч.мягкая оч.мягкая оч.мягкая	0,62 0,87 0,72 0,92	201 206 213 251
3	<i>Acer buergerianum</i> Miq.	50 - Пермский 51 - Вологодский 55 - Брянский 57 - Воронежский	-19,7 -17 -11,9 -12,7	ум.хол. ум.мягк. мягкая мягкая	1,19 1,21 1,10 0,77	138 145 166 174
4	<i>Tamarixmyrnsensis</i> Bunge	58- Миллеровский 61 - Казанский 64 - Оренбургский 66- Волгоградский 68 - Астраханский	-10,9 -18,5 -18,4 -11,8 -8,6	мягкая ум.мягк. ум.хол. мягк. мягкая	0,37 1,74 0,40 0,30 0,26	186 150 175 188 230
5	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	71- Ставропольский 72- Черкесский 73 - Ростовско-Краснодарский 74 - Туапсинский	-7,9 -7,7 -6,4 0,2	оч.мягкая оч.мягкая оч.мягкая оч.мягкая	0,62 0,87 0,72 0,92	201 206 213 251
6	<i>Eucalyptus leucoxylon</i> F. Muell	74 - Туапсинский 75 - Сочинский	0,2 2,4	оч.мягкая оч.мягкая	0,92 2,08	251 285
7	<i>Ceratonia siliqua</i> L.	74 - Туапсинский 75 - Сочинский	0,2 2,4	оч.мягкая оч.мягкая	0,92 2,08	251 285

### Заключение.

При соблюдении соответствия биологических и экологических свойств видов с рекомендуемыми условиями произрастания будет обеспечиваться значительная устойчивость, долговечность и декоративность посадок. *Quercus coccifera* L. может быть включен в дополнительный ассортимент в районах с мягкой зимой, с влажным (Брянский район), умеренно-засушливым (Воронежский) или сухим летом (Волгоградский).

*Pistacia lentiscus* L и *Platanus × acerifolia* (Aiton) Willd. рекомендуются к применению в районах с умеренно мягкой и очень мягкой зимой с умеренно влажным (Черкесский и Туапсинский) и умеренно засушливым летом (Ставропольский, Ростовско-Краснодарский районы).

*Acer buergerianum* Miq. возможно культивировать в районах с умеренно холодной и мягкой зимой, в условиях влажного (Пермский, Вологодский, Брянский) и умеренно засушливого лета (Воронежский).

Применение теплолюбивых видов *Eucalyptus leucoxylon* F. Muell и *Ceratonia siliqua* L. возможно в Туапсинском и Сочинских районах в условиях очень мягкой зимы и умеренно влажным – избыточно влажным летом.

Использование интродуцированных видов позволяет расширить видовой ассортимент, повысить устойчивость зеленых насаждений в городских условиях.

### Список литературы

1. Галактионов И.И., Ву А.В., Осин В.А. Декоративная дендрология. Издательство «Высшая школа» - Москва. 1967 г. – 317 с.
2. Камелин, Р. В. Этюды по анализу флоры Европы. II. Важнейшие фитохории на территории Европы. Общие проблемы флористического районирования Европы. Атлантическая Европа / Р. В. Камелин // Ботанический журнал. – 2017. – Т. 102, № 8. – С. 1164-1188. – DOI 10.1134/S0006813617080099. – EDN ZEFNNJ.
3. Кузьмина, Н. М. Тропические и субтропические растения в озеленении лечебного корпуса санатория "Металлург", г. Ижевск / Н. М. Кузьмина, А. В. Федоров // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2019. – № 68. – С. 222-230. – DOI 10.31360/2225-3068-2019-68-222-230. – EDN TWVQUI.
4. Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. 2007-2024. URL <https://www.plantarium.ru/>
5. Платан. Описание, применение. URL: <https://greenwik.ru/cvety-i-rasteniya/rasteniya/2424-platan-opisanie-primeneniye.html>
6. Средиземноморский климат. Большая российская энциклопедия - электронная версия [Электронный ресурс] URL <https://old.bigenc.ru/geography/text/4161117>

### References

1. Galaktionov I.I., Wu A.V., Osin V.A. Decorative dendrology. Publishing house "Higher School" - Moscow. 1967 - 317 p.
2. Camelin, R. W. Etudes on the analysis of the flora of Europe. II. The most important phytochoria in Europe. Common problems of floristic zoning of Europe. Atlantic Europe / R. V. Kamelin // Botanical Journal. – 2017. - T. 102, NO. 8. - S. 1164-1188. – DOI 10.1134/S0006813617080099 . – EDN ZEFNNJ.
3. Kuzmina, N. M. Tropical and subtropical plants in landscaping the medical building of the Metallurg sanatorium, Izhevsk/N. M. Kuzmina, A. V. Fedorov // Subtropical and decorative gardening – 2019. – № 68. - S. 222-230. – DOI 10.31360/2225-3068-2019-68-222-230. – EDN TWVQUI.
4. Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: an open online atlas and plant locator. 2007-2024 [Electronic Resource] URL <https://www.plantarium.ru/>
5. Platan. Description, application. URL: <https://greenwik.ru/cvety-i-rasteniya/rasteniya/2424-platan-opisanie-primeneniye.html>
6. Mediterranean Climate. Great Russian Encyclopedia. URL <https://old.bigenc.ru/geography/text/4161117>

## ДРЕВЕСНЫЕ ВИДЫ ВОСТОЧНОЙ АЗИИ В ОЗЕЛЕНЕНИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ НА ПРИМЕРЕ Г. ВОРОНЕЖА

Ю.В. Чекменева, И.Е. Кузнецова

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

**Аннотация.** В статье представлены результаты эколого-биологического анализа интродуцентов из Восточной Азии в озеленении Европейской части России, на примере г.Воронеж. Цель исследования – выявить наиболее устойчивые виды, сорта. Определить возможность их использования. Подбор видов обусловлен декоративными качествами и соответствием эколого-биологических свойств растений и климатических параметров: *Ginkgo biloba* L., *Pinus koraiensis* Siebold & Zucc., *Maackia amurensis* Rupr. & Maxim, *Wisteria floribunda* (Willd.) DC., *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud., *Prunus (cerasus) serrulata* Lindl., *Magnolia sprengeri* Pamp, *Acer pseudosieboldianum* (Pax) Kom. Предложены рекомендации по использованию видов, и их сортов в составе основного, дополнительного и целевого, или ограниченного пользования ассортиментов в озеленении г. Воронежа.

**Ключевые слова:** озеленение, интродуценты, древесные виды, Восточная Азия, Европейская часть России.

## TREE SPECIES OF EAST ASIAN IN URBAN GREENING THE EUROPEAN PART OF RUSSIA (IN THE CITY OF VORONEZH)

Yu.V. Chekmeneva, I.E. Kuznetsova

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

**Abstract:** The article presents the results of an ecological and biological analysis of introduced species from East Asia in the landscaping of the European part of Russia, using the example of Voronezh. The purpose of the study is to identify the most resistant species and varieties. Determine the possibility of their use. The selection of species is determined by decorative qualities and the correspondence of the ecological and biological properties of plants and climatic parameters: *Ginkgo biloba* L., *Pinus koraiensis* Siebold & Zucc., *Maackia amurensis* Rupr. & Maxim, *Wisteria floribunda* (Willd.) DC., *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud., *Prunus (cerasus) serrulata* Lindl., *Magnolia sprengeri* Pamp, *Acer pseudosieboldianum* (Pax) Kom.

Recommendations are offered for the use of species and their varieties as part of the main, additional and targeted, or limited use assortments in landscaping in the city of Voronezh.

**Keywords:** landscaping, introducents, tree species, East Asia, European part of Russia.

### **Введение**

Стремительный рост городов, повышение плотности городской застройки обуславливает необходимость создания и интеграции в зеленых зон урбанизированную среду. Озеленение территории играет важную роль в экологическом, санитарном, противопожарном и эстетическом аспектах. Деревья и кустарники служат естественным фильтром и защитой жилых застроек от шума, газов, пыли, значительно улучшают микроклимат. Выделяемые растениями фитонциды выполняют оздоровительную функцию, губительно влияя на патогенные микроорганизмы. Поэтому озеленение является основным способом улучшения городской среды [1].

Устойчивость и долговечность насаждений обеспечивают аборигенные виды, которые составляют основной ассортимент в озеленении. Дополнительный ассортимент включает виды, обладающие высокими декоративными качествами, но менее биологически долговечные или устойчивые в данных экологических условиях. Чаще всего это интродуценты. Они отличаются от аборигенов своим происхождением, генофондом, в процессе введения в новый ареал проходят процессы акклиматизации и адаптации. В результате успешной адаптации, могут повысить биоразнообразие и устойчивость фитоценозов. Азия является одним из донорных регионов в интродукции – это крупнейшая часть света в Северном полушарии, восточная часть материка Евразия, в которой присутствуют все природные зоны, что дает возможность интродуцировать новые виды для многих регионов России. Наиболее схожими по климатическим условиям с Центральной Россией являются умеренные зоны Китая, Японии и Кореи. Вопросы расширения ассортимента древесных растений в озеленении городов устойчивыми, декоративными видами, задачи сохранения и повышения видового разнообразия, сохранения видов от исчезновения являются актуальными.

Цель исследования – выявить наиболее устойчивые виды, сорта экзотов. Задачи: эколого-биологический анализ некоторых наиболее декоративных видов деревьев и кустарников; разработка предложений по расширению ассортимента древесных видов в озеленении европейской части России на примере г.Воронежа.

Объекты исследования – голосеменные и покрытосеменные древесные виды из областей Восточной Азии с умеренным климатом. Климатические параметры г.Воронежа, и Воронежской области: среднегодовая температура 6,6 °С, среднемесячная температура января на востоке области составляет -9,2°С, на юге -8,2°С, в июле на востоке и юге +21,8°С, годовое количество осадков 570 мм, продолжительность вегетационного периода от 184 до 190 дней.

Подбор видов обусловлен декоративными качествами и соответствием эколого-биологических свойств Европейской части России [2]. Гинкго двулопастный (*Ginkgo biloba* L. сем. *Ginkgoaceae*) и сосна кедровая корейская (*Pinus koraiensis* Siebold&Zucc. Сем. *Pinaceae*) – ограниченно, но встречаются в озеленении, чаще в ботанических садах и

дендрариях. В Воронеже указанные виды растут в дендрарии ВГЛТУ и в сквере «Кольцовский». Не отмечено в городских посадках таких красивоцветущих видов как маакия амурская (*Maackia amurensis* Rupr. & Maxim, сем *Fabaceae*) и глициния многоцветковая (*Wisteria floribunda* (Willd.) DC.) сем *Fabaceae*), павлония войлочная (*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. Сем. *Scrophulariaceae*), вишня мелкопильчатая, или северная сакура (*Prunus (cerasus) serrulata* Lindl. сем. *Rosaceae*), магнолия Шпренгера (*Magnolia sprengeri* Pamp. Сем. *Magnoliaceae*). Яркой осенней окраской отличается клен ложнозибольдов (*Acer pseudosieboldianum* (Pax) Kom. Сем. *Aceraceae*) (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика видов

Вид / Жизненная форма	Декоративные качества	Ареал
отдел <i>Pinophyta</i>		
<i>Ginkgo biloba</i> L. сем. <i>Ginkgoaceae</i> / Д1	Веерообразные листья	Центральный и Восточный Китай
<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc. Сем. <i>Pinaceae</i> / Д1	Крупная сизовато-зеленая хвоя	юг Приморского края; С-В Китай, север Корейского полуострова, о. Хонсю;
отдел <i>Magnoliophyta</i>		
<i>Magnolia sprengeri</i> Pamp. Сем. <i>Magnoliaceae</i> / Д2	Цветки розово-белые с розовым оттенком у основания	Центральный и Восточный Китай.
<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud Сем. <i>Scrophulariaceae</i> / Д4	Сердцевидные, листья, крупные фиолетовые метелковидные соцветия.	Юго-Восточная Азия, Китай, Корея, Дальний Восток, Вьетнам, Тайвань
<i>Prunus (cerasus) serrulata</i> Lindl. сем. <i>Rosaceae</i> / Д4	Светло-розовые и белые цветки, одиночные или в зонтиках	Восточная Азия: Япония и Дальний Восток РФ (Курильские острова, остров Сахалин)
<i>Maackia amurensis</i> Rupr. & Maxim. Сем <i>Fabaceae</i> / Д2	белое шелковистое опушение листьев и побегов, белые соцветия.	Дальний Восток: Приморский и Хабаровский края, Амурская обл., Курильские острова.
<i>Wisteria floribunda</i> (Willd.) DC. Сем <i>Fabaceae</i> / Лиана (до 10 м)	Светло-лиловые, реже белые цветки в рыхлых свешивающихся кистях	Восточная Азия и Северная Америка.
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (Pax) Kom . Сем <i>Aceraceae</i> / Д4	Листья округло-пальчатые, огненно-красная осенняя окраска	Сев.-восточный Китай, Корея, юг Приморского края России.

Примечание: Д1 - деревья высотой более 25 м; Д2- от 15 до 25 м; Д3- от 10 до 15 м; Д4- менее 10 м; К1 - кустарники высотой более 4 м; К2- от 2 до 3 м; К3- от 1 до 2 м; К4- менее 1 метра.

*Ginkgo biloba* L. – листопадное двудомное дерево высотой до 40 м с пирамидальной кроной. С уникальными для голосеменных веерообразными двулопастными листьями

шириной 5 - 8 см, на длинном черешке до 10 см. Нетребователен к почвам, довольно морозостоек, выдерживает до -25 -30°C, легко размножается семенами. Продолжительность жизни до 1000 лет. В южных районах гинкго используют для городского озеленения как устойчивое к промышленному задымлению воздуха, к грибковым и вирусным заболеваниям. Предпочитает свежие плодородные почвы. В озеленении используется в качестве солитера. Интродуцирован в России, Украине, Болгарии, Узбекистане, Италии, Чехии, Бельгии, Сирии.

*Pinus koraiensis* Siebold&Zucc. - **медленнорастущее** хвойное дерево до 30-40 метров. Хвоя крупная, длиной до 7-15 (20) см, шириной 1,5 мм, сизовато-зеленая, в пучках по 5 штук, мягкая, трехгранная, по краю мелкозубчатая. Популярное декоративное дерево в парках и садах в регионах с холодным климатом, так как выдерживает морозы до - 50°C. Семена имеют ценное пищевое значение. Выращивается в стиле бонсай. В озеленении используется в группах и как солитер. Интродуцирован в Белоруссии, Германии, Бельгии, в европейской части России.

*Magnolia sprengeri* Pamp - листопадное дерево до 20 м высотой, с широкой кроной. Кора пепельно-серая, в зрелом возрасте серо-коричневая, расслаивающаяся. Побеги оливково-зеленые, позднее коричневатые, бледно-желтоватые. Листья 7,5-17,5 см длины, 5-12 см ширины, узко-обратнояйцевидные на верхушке закругленные, внезапно сужающиеся с острым кончиком. Основание листа широко клиновидное, постепенно сужающееся. Цветки ароматные, вертикальные узко-чашевидные, прямостоячие розово-белые с розовым оттенком у основания. Цветет до появления листьев в конце апреля-начале мая. Плоды многолистовки 7,5-18 см длиной. Созревают в конце августа – начале сентября. Светолюбива, но может выдерживать полутень. Предпочитает нейтральные слабокислые плодородные супесчаные или суглинистые свежие почвы. Используется в групповых посадках и в качестве солитера. Интродуцирована в России, Корею, Японии, Украине.

*Paulownia tomentosa* Thunb.- листопадное дерево до 25 м. высотой с шатровидной кроной. Листья широко-яйцевидные до 15-30 см длиной. Особенно эффектна весной, когда цветет до распускания листьев. Цветки бледно-фиолетовые в пирамидальных метелках до 20-30 см длиной. Плод яйцевидная деревянистая коробочка. Цветет в мае, плоды созревают в сентябре – октябре. Выдерживает морозы до -25. Растет быстро. Интродуцирована в США, Румынии, Туркменистане, Узбекистане, Кыргызстане [3].

*Prunus (cerasus) serrulata* Lindl. - дерево до 25 м высотой. Кора коричнево-серая. Листья эллиптические. Цветки белые или розовые по 2-4 в кистях до 5 см длиной. Цветет в апреле – мае. Плод несъедобная костянка, пурпурно черная. Более теплолюбивый вид, чувствительна к засухе. Интродуцирована в Германии, Беларуси, России, Нидерландах, Швеции.

*Maackia amurensis* Rupr. & Maxim. - листопадное дерево до 10-20 м высотой или кустарник с густой яйцевидной кроной, лоснящейся корой с бородавчатыми чечевичками. Побеги и листья с густым шелковистым опушением. Цветки белые в густых кистях до 12-18 см длиной. Бобы плоские, ланцетные 4-6 см длиной. Цветет в июле, плодоносит в конце октября. Может страдать от засухи. Интродуцирована в Беларуси, США (Северная Каролина), Закавказье, Украине, Центральной Европейской части России, Крыму. Используется в создании групп, аллей, как солитер.

*Wisteria floribunda* (Willd.) DC.– лиана до 8-10 м с темно-серой корой, пониклыми листьями и опушенными побегами. Листья сложные до 35-45 см длиной из 13-19 яйцевидно-эллиптических листочков. Цветки фиолетово – голубые до 2 см длиной в тонких кистях до 20-50 см длиной. Бобы до 10-15 см. Цветет в мае, иногда повторно в июле – сентябре, но более короткими кистями. Теплолюбива. Интродуцирована в Крыму – Никитский ботанический сад; США (Алабама, Иллинойс, Мэриленд), Корею, Японию.

*Acer pseudosieboldianum* (Pax) Kom. - небольшое дерево до 8 м высотой с шаровидной густой кроной. Кора серая, листья округлые, пальчато 9-лопастные, до 10 см в диаметре, с сердцевидным основанием, ярко-зеленые. Один из красивейших кленов, у которого почки краснеют, а к осени листья окрашиваются в огненно-красные тона. Соцветия длинно-стебельчатые, щитковидные. Крылатки до 2 см. длиной, расходящиеся под тупым углом. Очень теневынослив. Используется в групповых посадках и в качестве солитера. Интродуцирован в Финляндии, Китае, Корею, Украине, России. В Москве, Санкт-Петербурге обмерзает почти до корневой шейки. Заслуживает более широкого испытания, особенно в западной половине Европейской части России [9].

### Обсуждение

Высокой морозостойкостью обладают сосна кедровая корейская, морозостойки - гинкго двулопастный, маакия амурская, глициния многоцветковая. К умеренно-морозостойким видам относятся вишня мелкопильчатая, павловния войлочная, магнолия Шпренгера, клен ложнозибольдов (табл. 2).

Таблица 2. Экологическая характеристика видов.

Вид/продолжительность жизни	Морозостойкость	Отношение к свету	Отношение к влаге	Отношение к почве
<i>Pinus koraiensis</i> Siebold & Zucc.	Весьма морозостойкие (-35 -50 °С)	оч.теневынослив	мезофит	мезотроф
<i>Ginkgo biloba</i> L.	Морозостойкие (-25 -35 °С)	светолюбив	мезофит	олиготроф
<i>Maackia amurensis</i> Rupr. & Maxim.		оч. теневынослив	мезофит	эутроф
<i>Wisteria floribunda</i> (Willd.) DC.		теневынослив	мезофит	эутроф
<i>Prunus (cerasus) serrulata</i> Lindl.	Умеренно-морозостойкие (-15 -25 °С)	светолюбив	мезофит	мезотроф
<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Steud		светолюбив	мезофит	мезотроф
<i>Magnolia sprengeri</i> Pamp.		теневынослив	мезофит	эутроф
<i>Acer pseudosieboldianum</i> (Pax) Kom		теневынослив	мезофит	эутроф

Проанализировав ассортимент предлагаемого посадочного материала пяти питомников из городов Воронеж - «Сад Александра Романова», Москва - «Знак Земли», Санкт-Петербург - «Травушка-муравушка» и «Лесосад», Ульяновск - «Питомник Роз», можно отметить, что во всех перечисленных питомниках представлен посадочный материал

двух видов - павлонии войлочной *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud и глицинии обильноцветущей *Wisteria floribunda* (Willd.) DC..

*Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud плохо переносит зимние температуры ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ , поэтому не пригодно для выращивания в северных районах. Кроме того, нуждается в регулярном поливе. Размножение в умеренном климате вегетативное – черенкованием. Но предлагаемый питомниками Воронежа, Санкт-Петербурга и Москвы сорт "PaoTong Z07" отличается морозостойкостью [3].

В питомниках Воронежа, Санкт-Петербурга и Ульяновска есть в наличии самый морозостойкий сорт глицинии «Blue Moon», но без снега может подмерзнуть. Он легко восстанавливается за счет поросли и спящих почек. На зиму желательно укрывать. Цветет с начала июня, вторичное цветение со второй половины лета до сентября [4,5,6,7,8].

*Ginkgo biloba* L. предлагается к продаже в питомниках Воронежа, Санкт-Петербурга, Москвы. Питомник «Знак Земли» предлагает сортовые формы гинкго двулопастного, что расширяет его практическое использование в ландшафтном дизайне. Сорта "Mariken" – карликовый, высотой до 1,5 м, с кроной в форме шара; "Chinarendula" - с плакучей формой кроны; "David" до 5 метров с компактной конусовидной кроной; "Maribo" - шаровидный кустарник до 1 м. высотой, могут быть использованы в смешанных группах с хвойными и лиственными видами [4,5,6, 8].

*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc. широко используется в озеленении европейской части России. Питомники Ульяновска, Санкт-Петербурга предлагают сорта "Baishan" – карликовый, шаровидный, высотой до 0,6 -1 м., "Amur" - карликовая форма с длинной голубовато-зеленой хвоей, "Jilin" – компактный сорт. Этот вид очень морозостоек, что позволяет включить его в основной ассортимент в озеленении г.Воронежа [7,8].

Гибриды и сорта *Magnolia sprengeri* Pamp: "Red Baron"- морозостойкий гибрид с розово-красными цветками, "Galaxy" - с крупными цветками, предлагают питомники Москвы, Ульяновска, Санкт-Петербурга [4, 7,8].

*Prunus (cerasus) serrulata* Lindl. можно приобрести в питомниках Москвы и Ульяновска. Сорт "Sunset Boulevard"– высокое парковое дерево до 10 м высотой с крупными снежно-белыми цветками с розовым краем, не дающее плодов. Сорт морозостоек, выдерживает до  $-26^{\circ}\text{C}$ , но в молодом возрасте нуждается в укрытии [4, 7,8].

Саженьцы *Maackia amurensis* Rupr. & Maxim. предлагают питомники в Санкт-Петербурге. Этот вид морозостоек, в засушливые периоды необходим полив и дождевание кроны [5,6,8].

В питомнике «Знак Земли» г. Москва реализуется зимостойкий сорт клена ложнозибольдова "ArcticJade" с резными листьями, с зубчатыми краями[4,8].

### **Заключение.**

Таким образом, даже у умеренно-морозостойких видов, которые могут не отличаться зимостойкостью в г. Воронеже: *Wisteria floribunda* (Willd.) DC., *Prunus (cerasus) serrulata* Lindl. и *Acer pseudosieboldianum* (Pax) Kom, *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. есть несколько морозостойких сортов, которые успешно культивируются в центре и на востоке Европейской части страны (г. Москва, г. Воронеж – Центральный, г. Санкт-Петербург - Северо-Западный и г. Ульяновск – Поволжский федеральные округа).



На основе сравнения эколого-биологических свойств изучаемых видов, сортов, климатических параметров региона интродукции все рассматриваемые виды и их сорта можно рекомендовать к использованию в озеленении г. Воронежа в разных группах ассортиментов. В основном ассортименте - *Pinus koraiensis* Siebold & Zucc, как зимо- и морозостойкий вид.

В дополнительном - *Ginkgo biloba* L., *Prunus (cerasus) serrulata* Lindl., *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud, *Acer pseudosieboldianum* (Pax) Kom, как виды, обладающие высокими декоративными качествами, но менее биологически долговечные и устойчивые в данных экологических условиях. Они требуют соблюдения определенной агротехники, почвенных условий, полива. Перечисленные виды можно использовать в озеленении парков, скверов или закрытых территорий различных учреждений.

В ассортимент ограниченного пользования, для коллекционных посадок можно рекомендовать *Wisteria floribunda* (Willd.) DC., *Magnolia sprengeri* Pamp, так как эти виды требуют дополнительного ухода и укрытия на зиму, без снегового покрова могут вымерзнуть до корневой шейки.

### Список литературы

1. Ахметьянова Ю. М., Камалетдинова Л. М., Байтурина Р. Р. Роль зеленых насаждений в улучшении экологических условий в городской среде // Актуальные исследования. 2023. №9 (139). Ч. I. С. 80-83. URL: <https://apni.ru/article/5732-rol-zelenikh-nasazhdenij-v-uluchshenii-ekolog>
2. Джанаева, В. В. Растения из коллекции флоры Средней Азии ГБС ран, рекомендуемые для создания садов в природном стиле / В. В. Джанаева, И. В. Павлова // Известия Национальной Академии наук Кыргызской Республики. – 2023. – № S6. – С. 58-69. – EDN IVDGEZ.
3. Иманбердиева Н.А., Санжарбекова Ж.С. Особенности выращивания *Paulownia Rao Tong Z07* Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2023. – № 6 – С. 17-23. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=13547>
4. Питомник «Знак Земли». URL: <https://zpitomnik.ru/>
5. Питомник «Лесосад». URL: <https://lesosad.org/about/>
6. Питомник «Сад Александра Романовна». URL: <https://www.romanovsad.ru/>
7. Питомник «Питомник Роз». URL: <https://pitomnik-rose.ru/>
8. Питомник «Травушка-Муравушка». URL: <https://blog-travushka.ru/kontakty>
9. Плантариум. Растения и лишайники России и сопредельных стран: открытый онлайн атлас и определитель растений. 2007—2024. URL: <https://www.plantarium.ru/>

## References

1. Akhmetyanova Yu. M., Kamaletdinova L. M., Baiturina R. R. The role of green spaces in improving environmental conditions in the urban environment // Current research. 2023. No. 9 (139). Part I pp. 80-83. URL: <https://apni.ru/article/5732-rol-zelenikh-nasazhdenij-v-uluchshenii-ekolog>
2. Dzhanaeva, V.V. Plants from the collection of the Central Asian flora of the GBS wounds, recommended for creating gardens in a natural style / V.V. Dzhanaeva, I.V. Pavlova // News of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic. – 2023. – No. S6. – pp. 58-69. – EDN IVDGEZ.
3. Imanberdieva N.A., Sanzharbekova Zh.S. Features of cultivation Paulownia PaoTong Z07 International Journal of Applied and Basic Research. – 2023. – No. 6 – P. 17-23. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=13547>
4. Nursery “Sign of the Earth”. URL: <https://zpitomnik.ru/>
5. Nursery “Lesosad”. URL: <https://lesosad.org/about/>
6. Nursery “Alexandra Romanovna’s Garden”. URL: <https://www.romanovsad.ru/>
7. Nursery “Rose Nursery”. URL: <https://pitomnik-rose.ru/>
8. Nursery “Travushka-Muravushka”. URL: <https://blog-travushka.ru/kontakty>
9. Plantarium. Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online atlas and plant guide. 2007—2024. URL: <https://www.plantarium.ru/>

### СЕКЦИЯ 3. СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ЛЕСНЫХ И НЕЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

DOI: 10.58168/FBFSNAP2024\_169-174

УДК 630\*181+630\*15

#### РАЗНООБРАЗИЕ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ ОСВЕТЛЕНИЙ В СОСНЯКАХ БРУСНИЧНЫХ

Г.Я. Климчик, О.Г. Бельчина

*УО «Белорусский государственный технологический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** В работе рассмотрены результаты динамики биологического разнообразия живого напочвенного покрова в связи с рубками ухода в молодняках сосняков брусничных. Видовое разнообразие живого напочвенного покрова сосняка брусничного составило 25 видов. В сложении травяно-кустарничкового яруса участвует 21 вид, общее проективное покрытие которых составляет около 23%. Основными растениями напочвенного покрова, достигающими наибольших количественных показателей, являются *Vaccinium vitis-idaea* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hill, *Festuca ovina* L. Для большинства видов характерна невысокая встречаемость 5–10%. Мохово-лишайниковый ярус выражен слабо, удельный вес их в сложении напочвенного покрова невысокий. Общее проективное покрытие составляет около 2%. Видовой состав представлен двумя видами мхов *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., и *Polytrichum juniperinum* Hedw. и двумя видами лишайников *Cladonia rangiferina* (L.) Web. и *Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm.). Анализ видового состава и структуры живого напочвенного покрова сосняка брусничного после проведения рубок ухода показал, что общее проективное покрытие по травяно-кустарничковому ярусу возрастает до 39%.

**Ключевые слова:** биоразнообразие, живой напочвенный покров, рубка осветления, встречаемость, сосняк брусничный.

#### DIVERSITY OF LIVING GROUND COVER AFTER IMPLEMENTATION OF LIGHTENING IN LINGONBERRY PINE FORES

G.Ya. Klimchik, O.G. Belchina

*Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus*

**Abstract:** the work examines the results of the dynamics of biological diversity of living ground cover in connection with thinning in young stands of lingonberry pine forests. The species

diversity of the living ground cover of the lingonberry pine forest amounted to 25 species. 21 species participate in the composition of the herb-shrub layer, the total projective cover of which is about 23%. The main ground cover plants that achieve the highest quantitative indicators are *Vaccinium vitis-idaea* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hill, *Festuca ovina* L. Most species are characterized by a low occurrence of 5–10%.

The moss-lichen layer is poorly expressed, their specific weight in the composition of the ground cover is low. The total projective coverage is about 2%. The species composition is represented by two species of mosses *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., and *Polytrichum juniperinum* Hedw. and two species of lichen *Cladonia rangiferina* (L.) Web. and *Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm.). Analysis of the species composition and structure of the living ground cover of the lingonberry pine forest after thinning showed that the total projective cover of the grass-shrub layer increases to 39%

**Keywords:** biodiversity, living ground cover, clearing felling, occurrence, lingonberry pine forest.

### **Введение**

Как составная часть леса, живой напочвенный покров свидетельствует о его составе, особенностях и условиях местопроизрастания. Его видовой состав и строение используются в лесной типологии как важный диагностический признак и критерий для выделения типов леса. Мощным фактором, изменяющим живой напочвенный покров, является хозяйственная деятельность человека и, прежде всего, рубки леса. Особое место среди последних занимают рубки ухода за лесом. При проведении рубок ухода происходят существенные изменения в лесной обстановке. По нашим исследованиям разреживание полога древостоя и изменение его состава и структуры влечет за собой изменение световых условий под пологом насаждений, водно-воздушного режима почвы, биохимических процессов в ней, ее химических свойств, что непосредственно сказывается на характере нижних ярусов растительности [1].

**Цель исследования** – оценить динамику растений живого напочвенного покрова в молодняках сосняков брусничных под воздействием рубок ухода.

**Материал и методы исследования.** В основу выделения растительных комплексов положен биогеоценотический принцип В.Н. Сукачева (1964) и классификация типов леса БССР И.Д. Юркевича (1965) [2, 3]. Изучение лесной растительности проводилось на пробных площадях (ПП) методом учетных площадок (раункиеров) с использованием морфолого-эколого-географического метода [4, 5]. Для получения полной фитоценотической характеристики живого напочвенного покрова фиксировался весь видовой состав. Устанавливались встречаемость видов методом Раункиера, проективное покрытие, как отдельных видов, так и яруса в целом, обилие визуальное по шкале Друде и в баллах по шкале АН БССР (1968), жизненность видов по шкале А.Г. Воронова (1973).

Для изучения процессов трансформации и восстановления биоразнообразия растительности использовали данные, полученные на пробных площадях до и после проведения осветления. Состав насаждения до проведения рубки 7СЗБ, возраст 9 лет,

сомкнутость 1,0, бонитет II, почва дерново-подзолистая слабоподзоленная внизу оглеенная на песке связном. Осветление проводилось ручным способом с интенсивностью 25%.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Видовое разнообразие живого напочвенного покрова сосняка брусничного составляет 25 видов. Растительный покров приурочен в основном к междурядьям. В сложении травяно-кустарничкового яруса участвует 21 вид, общее проективное покрытие которых составляет около 23%. В большинстве это светолюбивые, не требовательные к почвенному плодородию и влажности олиготрофные ксерофиты (*Antennaria dioica* (L.) Caerth., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Festuca ovina* L., *Nardus stricta* L.) и олиготрофные ксеромезофиты или мезоксерофиты (*Vaccinium vitis-idaea* L., *Hieracium pilosella* L., *Veronica officinalis* L., *Rumex acetosella* L., *Achillea millefolium* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Carex hirta* L., *Anthoxanthum odoratum* L. и др.). Характерно куртинное расположение растений. Одни из них, например, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Antennaria dioica* (L.) Caerth., *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Thymus serpyllum* L. и др., занимают открытые освещенные места, другие, наоборот, растут в некотором затенении – *Vaccinium myrtillus* L., *Majanthemum bifolium* (L.) Fr. Schmidt., *Chimaphila umbellata* (L.) Nutt., *Lycopodium complanatum* L. Характеристика живого напочвенного покрова до и после проведения рубок ухода приведена в таблице 1.

Таблица 1

Динамика биоразнообразия живого напочвенного покрова в сосняке брусничном

Наименование вида	Пробная площадь 1				Пробная площадь 2			
	встречаемость, %	проективное покрытие, %	обилие по Друде, балл	жизненность, балл	встречаемость, %	проективное покрытие, %	обилие по Друде, балл	жизненность, балл
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Caerth.	10	<1	1	3а	20	<1	1	3а
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	15	<1	1	3а	20	<1	1	3а
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng.	15	<1	1	3а	20	2	2	3а
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth.	15	2	2	3б	25	3	3	3а
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hill.	20	5	4	3а	35	12	4	3а
<i>Carex ericetorum</i> Poll.	10	<1	1	3а	20	1	2	3а
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	10	<1	1	2	15	<1	1	3б
<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) Nutt.	5	<1	1	3а	5	<1	1	3а
<i>Festuca ovina</i> L.	20	<1	1	3а	30	2	3	3а
<i>Hieracium pilosella</i> L.	20	<1	1	3а	30	2	3	3а

<i>Hieracium umbellatum</i> L.	5	<1	1	3a	10	<1	1	3a
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	15	<1	1	2	20	<1	1	3a
<i>Lotus corniculatus</i> L.	–	–	–	–	5	<1	1	3a
<i>Lycopodium complanatum</i> L.	10	<1	1	3a	15	<1	1	3a
<i>Majanthemum bifolium</i> (L.) Fr. Schmidt.	15	<1	1	3a	10	<1	1	3a
<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.	15	<1	1	3a	15	<1	1	3a
<i>Scleranthus perrenis</i> L.	10	<1	1	3a	10	<1	1	3a
<i>Solidago virgaurea</i> L.	10	<1	1	36	15	<1	1	3a
<i>Thymus serpyllum</i> L.	5	<1	1	36	10	<1	1	3a
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.	35	12	4	3a	40	15	4	3a
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	15	3	2	3a	15	2	2	3a
<i>Veronica officinalis</i> L.	5	<1	1	3a	15	<1	1	3a
<i>Viola tricolor</i> L.	–	–	–	–	5	<1	1	3a
<i>Cladonia sylvatica</i> (L.) Hoffman	5	<1	1	3a	5	<1	1	3a
<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) Web.	10	<1	1	3a	10	<1	1	3a
<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.	10	<1	1	3a	10	<1	1	3a
<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	15	<1	1	3a	15	<1	1	3a

Основными растениями напочвенного покрова, достигающими наибольших количественных показателей (встречаемость – проективное покрытие – обилие) являются *Vaccinium vitis-idaea* L. (35–12–4), вереск (20–5–4), *Vaccinium myrtillus* L. (15–3–2), *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. (15-2-2). Повсеместно рассеянными группами или отдельными экземплярами в насаждении встречаются *Festuca ovina* L., *Anthoxanthum odoratum* L., *Majanthemum bifolium* (L.) Fr. Schmidt., *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Hieracium pilosella* L. и *Knautia arvensis* (L.) Coult., встречаемость которых составляет 15–20%. Для большинства видов характерна невысокая встречаемость 5–10%, удельный вес их в сложении напочвенного покрова меньше 1%.

Мохово-лишайниковый ярус выражен слабо. Общее проективное покрытие составляет около 2%. Видовой состав представлен двумя видами мхов (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. и *Polytrichum juniperinum* Hedw.) и двумя видами лишайников (*Cladonia rangiferina* (L.) Web. и *Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm.), встречающимися небольшими пятнами.

Анализ видового состава и структуры живого напочвенного покрова сосняка брусничного после проведения рубок ухода показал, что общее проективное покрытие по травяно-кустарничковому ярусу возрастает до 39%, т.е. проведение осветления ручным

способом не вызвало существенного нарушения напочвенного покрова. Улучшение световой обстановки под пологом насаждения и снижение конкуренции за воду и питательные вещества со стороны древесно-кустарниковых пород способствовали восстановлению растительности в основном за счет разрастания светолюбивых видов (*Vaccinium vitis-idaea* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Hieracium pilosella* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Festuca ovina* L.), обилие которых возросло в среднем на 1–2 балла. Прошедшее осветление положительно сказалось на состоянии вегетативных и репродуктивных органов таких растений как *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Knautia arvensis* (L.) Coult., *Solidago virgaurea* L., *Thymus serpyllum* L., некоторые особи из которых зацвели. Видовой состав расширился за счет появления новых видов – *Scleranthus perrenis* L. и *Viola tricolor* L. Быстрые темпы развития травяно-кустарничкового яруса притормаживают развитие напочвенного покрова мхов и лишайников, определяя соотношение между ними. Восстановление яруса протекает медленно в основном за счет *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.

### Заключение

Изучение нижних ярусов растительности лесных фитоценозов до и после проведения рубок ухода показало, что видовое разнообразие тесно связано с почвенно-гидрологическими и микроклиматическими условиями произрастания.

Живой напочвенный покров в сосняках в возрасте 10–20 лет находится в стадии интенсивной перестройки. Растительность приурочена к более освещенным местам и междурядьям.

На нарушение структуры древостоя при проведении осветлений лесной фитоценоз реагирует изменением качественных и количественных показателей нижних ярусов растительности в среднем на 10–15%. Проведение рубок ухода в молодняках ручным способом не вызывает значительного нарушения видового состава живого напочвенного покрова.

Фитоценотическая структура живого напочвенного покрова после осветлений изменяется в направлении увеличения встречаемости на 5–15%, проективного покрытия на 11–16% и обилия светолюбивых видов на 1–2 балла и особенно злаков при снижении этих показателей теневыносливых видов, характерных для подпологовой растительности.

Для молодняков характерно преобладание в живом напочвенном покрове цветковых растений (проективное покрытие 23–39%) над лишайниками и высшими споровыми растениями (проективное покрытие около 2%).

### Список литературы

1. Климчик, Г. Я. Трансформация и восстановление живого напочвенного покрова в сосняках, пройденных рубками леса / Г.Я. Климчик, Л.С. Пашкевич // Труды БГТУ. Сер. I, Лесн. хоз-во. – 2007. – Вып. XV. – С. 108–112.
2. Сукачев, В. Н. Программа и методика биогеоценотических исследований / В.Н. Сукачев, Н.В. Дылис – М.: Наука, 1966. – 83 с.

3. Юркевич, И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И.Д. Юркевич – Мн.: Наука и техника, 1972. – 70 с.
4. Козловская, Н. В. Хорология флоры Белоруссии / В.И. Парфенов, Н.В. Козловская – Мн.: Наука и техника, 1972. – 312 с.
5. Федорук, А. Г. Ботаническая география / А.Г. Федорук – Мн.: Изд. БГУ, 1976. – 224 с.

### References

1. Klimchik G. Ya. Transformation and restoration of living ground cover in pine forests subjected to logging / G. Ya. Klimchik, L. S. Pashkevich // Trudy BGTU [Proceedings of BSTU], series I, Forestry, 2007, issue XV, pp. 108–112.
2. Sukachiov V. N. Program and methodology of biogeocenotic research / V. N. Sukachiov, N. V. Dilis – Moscow, Nauka, Publ. 1967. 150 p.
3. Yurkevich, I.D. Identification of forest types during forest management works / I. D. Yurkevich. – Minsk, Science and Technology', 1972. – 70 p.
4. Kozlovskaya N. V. Chorology of the flora of Belarus / V. I. Parfienov, N. V. Kozlovskaya, Science and Technology', 1972. – 312 p.
5. Fedoruk A. G. Botanical geography / A. G. Fedoruk A. G. Minsk, ,BSU, 1976. – 224 p.



## К ВОПРОСУ ОБ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ РОЛИ ЛЕСОВ В ПЕРИОД РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСЛЕ ПАНДЕМИИ

Н.Л. Прохорова, Е.П. Матыцина

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

**Аннотация.** Статья посвящена актуальной теме – роли лесных сообществ в оздоровлении и благополучии людей в период реабилитации после перенесенных заболеваний, конкретно – пандемии COVID-19. Основным является вопрос сохранения и поддержания устойчивости лесных экосистем, как «фабрики оздоровительного характера». Важнейшие функций леса являются одним из основных факторов для разработки мероприятий по восстановлению и охране лесов. В ходе работы проведены результаты исследований положительного влияния лесных экосистем на здоровье человека и поддержания его жизненных функций, отмечено специфическое действие фитоклимата лесных сообществ на восстановление после перенесенных заболеваний, подавление вредоносных организмов, повышения качества жизни. В статье приводятся факты о защитных и очищающих свойствах отдельных деревьев и лесных массивов в целом, а также выражается необходимость усилия для защиты нынешних лесов и увеличения зеленых насаждений.

**Ключевые слова:** лес, фитонцидные свойства растений, активные вещества, заболевания, период реабилитации.

## ON THE QUESTION OF THE HEALTH ROLE OF FORESTS DURING THE PERIOD OF REHABILITATION AFTER THE PANDEMIC

N.L. Prokhorova, E.P. Matytsina

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia

**Abstract:** The article is devoted to a topical issue – the role of forest communities in the health and well-being of people during the period of rehabilitation after illnesses, specifically, the COVID-19 pandemic. The main issue is the preservation and maintenance of the sustainability of forest ecosystems, as a "factory of a health-improving nature." The most important functions of the forest are one of the main factors for the development of measures for the restoration and protection

of forests. In the course of the work, the results of studies of the positive impact of forest ecosystems on human health and the maintenance of its vital functions were carried out, the specific effect of the phytoclimate of forest communities on recovery from past diseases, suppression of harmful organisms, and improving the quality of life was noted. The article provides facts about the protective and cleansing properties of individual trees and forests in general, and also expresses the need for efforts to protect the current forests and increase green spaces.

**Key words:** forest, volatile properties of plants, active substances, diseases, rehabilitation period.

Современная экологическая ситуация заставляет человека и общество в целом задуматься о дальнейшем существовании без нанесения ущерба здоровью. К сожалению, в последнее время среда жизни человеческой популяции находится в состоянии повышенного риска. Этому способствуют военные конфликты, различного рода вирусные и инфекционные заболевания.

На сегодняшний день мероприятия по оздоровлению среды с применением биологически активных растительных сообществ являются приоритетными.

Цель статьи состоит в том, чтобы в очередной раз привлечь внимание мирового сообщества к важности оздоровительных функций леса.

Основным является вопрос о мерах, необходимых для увеличения вклада лесного сектора в общее восстановление после пандемии COVID-19 и в более эффективное восстановление.

Изучение фитонцидной активности растений и действие образуемых ими биологически активных веществ на вредоносные организмы является интересным и актуальным направлением научной деятельности.

Актуальность темы влияния растительных сообществ, а конкретно, лесных экосистем на здоровье человека, является существенной, особенно, в связи с трудностями реабилитационного периодом после серьезных и тяжелых заболеваний.

Наличие парков, садов, скверов и других зеленых насаждений в городских условиях – необходимое условие для поддержания здоровья человека. Очевидно, что прогулки на свежем воздухе, особенно в лесопарковых зонах способствуют укреплению иммунитета, повышают стрессоустойчивость организма. В работах М. Оборина (2011) отмечено, что лесные ландшафты на территории любой природной зоны оказывают огромное эстетическое, эмоциональное воздействие, оказывают сильное жизнеутверждающее и уравнивающее влияние на психику человека, помогают ускорить процессы выздоровления, благодаря ионизации воздуха и фитонцидам. Посещение зон рекреации способствует так же повышению физической активности, поднимает жизненный тонус [5].

Эти факты в очередной раз доказывают необходимость создания, восстановления и охраны насаждений городской среды [9].

Основное санитарно-гигиеническое свойство фитонцидов – способность уничтожать болезнетворные микроорганизмы. Фитонциды обладают способностью стимулировать рост микроорганизмов-антагонистов микроорганизмам, являющихся патогенными для растений, а так же участвуют в различных процессах жизнедеятельности растений [1].

Фитонцидные свойства растений активно используются для дезинфекции закрытых помещений, в целях медицинского фотодизайна [8,11].

Для выполнения исследований использовали полевые методы, описательный, а именно наблюдение, измерение сатурации, с применением портативного аппарата, показывающего содержание кислорода в крови, метод сравнительного анализа общего состояния людей, а так же провели анализ литературных источников, где изложены данные результатов исследований в области влияния лесной среды на организм человека.

О положительном влиянии фитонцидов на иммунную систему человека свидетельствуют работы Дмитриева, Захарченко и др. (1985, 1991), в которых изучалось ингаляционное влияние фитонцидов лесных насаждений на иммунный статус человека. Вдыхание летучих фракций фитонцидов проводилось в концентрации, соответствующей фоновой.

Анализ экспериментальных данных, проведенных рядом исследователей, показал, что ингаляционное воздействие природных лесных веществ на протяжении одного месяца стимулирует иммунный статус человека. При этом улучшается функциональное состояние организма людей, повышается умственная работоспособность, а также повышается устойчивость организма к инфекциям [3].

Активно изучается ассортимент древесных и кустарниковых растений, обладающих определенными фитонцидными свойствами, их структурные взаимосвязи для озеленения городских агломераций [2,7].

Перспективное направление развития лесной медицины во многом зависит от деятельности специалистов, разрабатывающих мероприятия в оздоровительно-рекреационных лесах. Восстановление ослабленного иммунитета после пандемии в условиях лесного фитоклимата является возможным и доступным для населения многих регионов, и это дает еще одно «за» в задаче сохранения естественных лесов.

Экспериментальным путем установлено, что больше всего фитонцидов выделяют древесные виды: сосна, пихта, кедр (в составе эфирных масел), дуб, а также травянистые виды: чеснок, кориандр, розмарин, корица и шалфей. Действие их заключается в способности стабилизировать уровень кортизола, регулировать настроение, укреплять иммунитет. Лесная среда улучшает активность клеток человека, повышает количество внутриклеточных противоопухолевых белков в лимфоцитах на протяжении 7 дней после пребывания в лесу (Li et al. 2009). В районах с более богатым лесным покровом выявлена более низкая заболеваемость вирусом. Более высокое содержание фитонцидов, выделяемых хвойными, указывает на необходимость создания городских лесов (*Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus strobus*, *Cedrus sp.*, *Picea abies*, *Juniperus communis* и др.) [14].

Однако необходимо помнить, что наряду с положительными свойствами (угнетение болезнетворных бактерий и микроорганизмов), фитонциды могут оказывать и неблагоприятное действие на организм человека. Например, фитонциды сосны, наряду со свойством эффективно облегчать кашель, раздражающе действуют на людей, страдающих сердечно - сосудистыми заболеваниями. Пыльца, образующаяся при цветении, являясь аллергеном, вызывает приступы удушья у людей с заболеваниями бронхиальной астмой [10].

Проведенный комплекс исследований летучих выделений цветущих лесных растений свидетельствует об их способности вызывать у человека существенные гемодинамические изменения, выражающиеся в снижении артериального давления, учащении пульса, снижению частоты дыхания и уменьшении насыщения артериальной крови кислородом [9].

Для достижения устойчивости лесов в целях обеспечения охраны, восстановления и устойчивого управления всеми типами лесов, необходимо совместное партнерство [13]. Выработка правильных и четких методов управления с учетом структурной неоднородности природных экосистем позволит организовать устойчивое лесопользование с минимальной степенью риска в условиях возрастающих внешних воздействий и изменения климата [6].

Из анализа результатов, полученных в ходе работы по специфическому действию фитоклимата лесов на восстановление после заболеваний, вызванного COVID-19, приходим к следующему:

- лесные экосистемы имеют огромное положительное значение в реабилитационный период после перенесенных заболеваний, для восстановления после пандемии COVID-19;
- леса играют важную защитную роль в период распространения вирусных заболеваний, выделяя иммуномодулирующие и противовирусные соединения;
- учитывая защитные и очищающие свойства деревьев и лесных массивов, необходимо приложить максимум усилий для защиты существующих лесов и увеличения новых зеленых насаждений.

Для дальнейшего устойчивого существования человеческого общества, способного противостоять пандемиям и глобальным катаклизмам, необходимо инвестировать в леса.

### Список литературы

1. Большая советская энциклопедия : в 30 т. / Глав. ред. А. М. Прохоров. - 3-е изд. - Москва: Сов. энциклопедия, 1969-. 26 см. Т. 30: Эклибрис -Я Я. Т. 30. - 1978. - 631 с.
2. Верейкина, Н. Н. Аллелопатические свойства растений-интродуцентов в искусственных фитоценозах Белгородской области : специальность 03.00.1603.00.05 : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Верейкина Н.Н. – Воронеж, 2005. – 21 с. – EDN GRCISX.]
3. Дмитриев, М.Т., Захарченко, М.П., Степанов, Э.В., и др. Гигиеническая оценка влияния фитонцидов на иммунный статус организма // Гигиена и санитария. 1985. №11. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/gigienicheskaya-otsenka-vliyaniya-fitontsidov-na-immunnyy-status-organizma>
4. Оборин, М. С. Роль ландшафтных комплексов в реабилитации больных и отдыхающих на территории Прикамья // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. 2009. №4.
5. Оборин, М. С. Анализ лесных ландшафтных комплексов курортных территорий Пермского края и их роль в развитии лечебного туризма / М. С. Оборин // Вестник Челябинского гос. университета. – 2011. – № 5(220). – С. 55-60. – EDN NXXKLVB.
6. Прохорова, Н. Л. К вопросу о совершенствовании методов адаптивного лесопользования / Н. Л. Прохорова, З. Говедар // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 11, № 2 (42). – С. 59-68. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2021.2/6. – EDN JBEGQW.

7. Слепых, В.В. Антимикробные и ионизирующие свойства древесной растительности под влиянием абиотических факторов: специальность 06.03.02 "Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация" : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Слепых В.В. – Санкт-Петербург, 2010. – 38 с.

8. Ткаченко К. Г., Казаринова Н. В. Медицинский фитодизайн использование растений для санации помещений и профилактики инфекционных заболеваний // Региональные геосистемы. 2008. №3 (43).

9. Popova, S.S., Prokhorova N.L. On the issue of the negative impact of urban environmental factors on the plant components of the ecosystem of botanical gardens (on the example of the Botanical Garden named after B.M. Kozo-Polyansky, Voronezh State University). – Proceedings of the International University Scientific Forum «Practice Oriented Science: UAE – RUSSIA – INDIA». (January 27, 2023. UAE) ISBN 978-5-905695-87-5, с. 255-261

10. Царалунга, А. В. Влияние микроклимата лесных насаждений на организм здорового человека / А. В. Царалунга, Н. Л. Прохорова // Воспроизводство, мониторинг и охрана природных, природно-антропогенных и антропогенных ландшафтов: материалы Международной молодежной научной школы, Воронеж, 14–15 июня 2012 года / ВГЛТА Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2012. – С. 299-302.

11. Юрчак Л.Д., Гордеева А.К., Побирченко Г.А. Сравнительная характеристика антимикробной активности эфирных масел // Микробиол. журн. 1987. Т. 49. № 2. С. 94-95.

12. Chathappady House NN, Palissery S, Sebastian H. Corona viruses: a review on SARS, MERS and COVID-19. *Microbiol Insights*. 2021;14:117863612110024.

13. Zdravstvena uloga šuma u vremenu postcovid oporavka / Z. Govedar, N. Pržulj, R. Grujić, N. L. Prokhorova // SANUS 2023 : BOOK OF ABSTRACTS of Scientific Conference, Prijedor, 23–24 июня 2023 года / Editors: Prof. dr Radoslav Grujić; Dr Milka Stijepić, College professor. – Prijedor: Grafički atelje Grafite, 2023. – P. 125. – EDN WHWRAF

14. Li Q, Kobayashi M, Wakayama Y, et al. Effect of Phytoncides from Trees on Human Natural Killer Cell Function. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*. 2009;22(4):951-959.

## References

1. Bol'shaya sovetskaya endiklopediya [Great Soviet Encyclopedia] / Chief ed. A. M. Prokhorov. Moscow, 1969-, vol. 30, 1978, 631 p.

2. Verejkina N. N. Allelopaticheskie svojstva rastenij-introducentov v iskusstvennyh fitocenozah Belgorodskoj oblasti [Allelopathic properties of introduced plants in artificial phytocenoses of the Belgorod region]. Abstract of PhD. thesis. Voronezh, 2005, 21 p, EDN GRCISX

3. Dmitriev, M.T., Zakharchenko, M.P., Stepanov, E.V. et al. Gigienicheskaya ocenka vliyaniya fitoncicidov na immunnyj status organizma [Hygienic assessment of the influence of phytoncides on the immune status of the body]. *Gigiena i sanitariya*, 1985, iss. 11., available at:

<https://cyberleninka.ru/article/n/gigienicheskaya-otsenka-vliyaniya-fitontsidov-na-immunnyy-status-organizma> (accessed 22 February 2024).

4. Oborin, M. S. Rol' landshaftnyh kompleksov v rehabilitacii bol'nyh i otdyhayushchih na territorii Prikam'ya [The role of landscape complexes in the rehabilitation of patients and vacationers in the Kama region]. *Izvestiya Dagestanskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Estestvennye i tochnye nauki*, 2009, iss. 4.

5. Oborin, M. S. Analiz lesnyh landshaftnyh kompleksov kurortnyh territorij Permskogo kraja i ih rol' v razvitii lechebnogo turizma [Analysis of forest landscape complexes of resort areas of the Perm Territory and their role in the development of medical tourism]. *Vestnik CHelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, iss. 5(220), pp. 55-60, EDN NXKLVB

6. Prokhorova, N. L., Z. Govedar. K voprosu o sovershenstvovanii metodov adaptivnogo lesoupravleniya [On the issue of improving adaptive forest management methods]. *Lesotekhnicheskij zhurnal*, 2021, vol. 11, iss. 2(42), pp. 59-68, EDN JBEGQW, DOI 10.34220/issn.2222-7962/2021.2/6

7. Slepikh, V.V. Antimikrobnye i ioniziruyushchie svoystva drevesnoj rastitel'nosti pod vliyaniem abioticheskikh faktorov [Antimicrobial and ionizing properties of woody vegetation under the influence of abiotic factors]. Abstract of Doctor's degree dissertation. Saint Petersburg, 2010, 38 p.

8. Tkachenko K. G., Kazarinova N. V. Medicinskij fitodizajn ispol'zovanie rastenij dlya sanacii pomeshchenij i profilaktiki infekcionnyh zabolevanij [Medical phytodesign using plants for the sanitation of premises and the prevention of infectious diseases]. *Regional'nye geosistemy*, 2008, iss. 3 (43).

9. Popova, S.S., Prokhorova N.L. On the issue of the negative impact of urban environmental factors on the plant components of the ecosystem of botanical gardens (on the example of the Botanical Garden named after B.M. Kozo-Polyansky, Voronezh State University). *Proceedings of the International University Scientific Forum "Practice Oriented Science: UAE – RUSSIA – INDIA*, 2023, pp. 255-261, ISBN 978-5-905695-87-5

10. Tsaralunga, A.V., Prokhorova N.L. Vliyanie mikroklimata lesnyh nasazhdenij na organizm zdorovogo cheloveka [Influence of the microclimate of forest plantations on the body of a healthy person]. *Vosproizvodstvo, monitoring i ohrana prirodnyh, prirodno-antropogennyh i antropogennyh landshaftov: materialy Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj shkoly, Voronezh*, 2012, pp.299-302.

11. Yurchak L.D., Gordeeva A.K., Pobirchenko G.A. Sravnitel'naya harakteristika antimikrobnnoj aktivnosti efirnyh masel [Comparative characteristics of the antimicrobial activity of essential oils]. *Mikrobiologicheskij zhurnal*, 1987, vol. 49, iss. 2, pp. 94-95

12. Chathappady House NN, Palissery S, Sebastian H. Corona viruses: a review on SARS, MERS and COVID-19. *Microbiol Insights*, 2021.

13. Govedar Z., Pržulj N., Grujić R., Prokhorova N.L. Zdravstvena uloga šuma u vremenu postkovid oporavka. *SANUS 2023: BOOK OF ABSTRACTS of Scientific Conference*, 2023, p. 125

14. Li Q, Kobayashi M, Wakayama Y, et al. Effect of Phytoncide from Trees on Human Natural Killer Cell Function. *International Journal of Immunopathology and Pharmacology*. 2009. iss. 22(4). pp. 951-959.

## ДИНАМИКА ПЛОЩАДИ ОТДЕЛЬНЫХ КАТЕГОРИЙ ФОНДА МАЛОЦЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

М.А. Тувышкина

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

**Аннотация.** В результате проведенных исследований была выявлена площадь таких категорий малоценных насаждений Воронежской области, как низкополнотные и низкобонитетные за последние 50 лет. Установлено, что на настоящий момент они занимают около  $\frac{1}{4}$  площади покрытых лесной растительностью земель субъекта, и постепенно их доля увеличивается, что приводит к снижению общей продуктивности лесов и ухудшению породного состава, а, следовательно, и выполняемых экологических функций. Решению данной проблемы может помочь реконструкция малоценных насаждений, которой в Воронежской области уделяется недостаточное внимание.

**Ключевые слова:** малоценные насаждения, низкополнотные, низкопродуктивные, реконструкция.

## DYNAMICS OF THE AREA OF SEPARATE CATEGORIES OF THE FUND OF LOW-VALUE PLANTINGS IN THE VORONEZH REGION

M.A. Tuvyshkina

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

**Abstract:** As a result of the research, the area of such categories of low-value plantings in the Voronezh region as low-density and low-quality plantings over the past 50 years was identified. It has been established that at the moment they occupy about  $\frac{1}{4}$  of the area of the subject's lands covered with forest vegetation and their share is gradually increasing, which leads to a decrease in the overall productivity of forests and a deterioration in the species composition, and, consequently, in the environmental functions performed. The solution to this problem can be helped by the reconstruction of low-value plantings, which receive insufficient attention in the Voronezh region.

**Keywords:** low-value plantings, low density, low productivity, reconstruction.

## Введение

В XXI веке по-прежнему актуальной проблемой и одной из наиболее важных практических задач лесной отрасли остается улучшение породного состава, повышение качества, устойчивости и продуктивности лесов, сохранение и усиление их экологических и социальных функций. Эта проблема характерна и для Воронежской области. Наличие же в лесном фонде малоценных насаждений убыточно и с экономической, и с экологической точек зрения [1,4].

**Цель исследования** – Анализ динамики площадей таких категорий малоценных насаждений, как низкополнотные и низкопродуктивные.

**Материал и методы исследования.** Объектом исследований послужили насаждения Воронежской области. Данные для анализа были взяты из материалов лесоустройства и соответствующих форм ГЛР по субъекту.

**Результаты исследования и их обсуждение.** В разное время выделение малоценных насаждений в лесном фонде осуществлялось по 2-5 наиболее значимым критериям. В зависимости от региона и лесистости территории оценочными критериями служили различные лесоводственные, таксационные и хозяйственные признаки. Но почти всегда к малоценным насаждениям относились низкопродуктивные древостои и насаждения с низкой полнотой (от 0,3 до 0,5) [2,3,5].

Динамика площади низкополнотных и низкобонитетных насаждений Воронежской области представлена в таблице 1.

Таблица 1. Динамика отдельных категорий фонда малоценных насаждений Воронежской области, тыс. га

Годы	Покрытые лесной растительностью земли	Низкопродуктивные насаждения (Va класса бонитета и ниже)	Низкополнотные насаждения (0,3-0,4)
1966	310,9	0,1	3,6
1973	323,2	0,6	2,9
1978	330,1	1,3	16,2
1998	345,8	48,2*	16,2
2003	378,0	нет данных	
2010	387,3	нет данных	
2020	350,7	47,1*	14,6

Примечание. \*Площадь насаждений вместе с IV классом бонитета и ниже

Анализируя таблицу 1, можно отметить, что площадь покрытых лесной растительностью земель в Воронежской области с 1966 г. по 2010 г. увеличилась на 76,4 га или 24,6 %, а затем к 2020 г. снизилась на 9,5% по сравнению с последним. Вместе с ней неизменно возрастала площадь низкополнотных и низкобонитетных насаждений.

Современное распределение данных категорий малоценных насаждений по возрастной структуре представлено в таблице 2.



Таблица 2. Распределение низкополнотных (0,3-0,5) и низкопродуктивных (IV класс бонитета и ниже) насаждений по группам пород и группам возраста, тыс. га

Группы возраста	Категории малоценности	Группы пород			Итого
		хвойные	твердолиственные	мягколиственные	
Молодняки	низкополнотные	2,8	2,6	2,1	7,5
	низкобонитетные	1,6	2,3	0,5	4,4
Средневозрастные	низкополнотные	4,4	6,1	2,5	13,0
	низкобонитетные	2,1	12,2	1,0	15,3
Приспевающие	низкополнотные	0,5	3,2	1,4	5,1
	низкобонитетные	-	5,7	0,5	6,2
Спелые и перестойные	низкополнотные	0,7	11,4	5,9	18,0
	низкобонитетные	-	16,2	5,0	21,2
Итого	низкополнотные	8,4	23,3	11,9	43,6
	низкобонитетные	3,7	36,4	7,0	47,1

Из данных таблицы 2 видно, что в хвойных насаждениях в пределах всех групп возраста низкополнотных древостоев почти в два раза больше, чем низкопродуктивных. Такая же закономерность прослеживается и в мягколиственной группе пород. В твердолиственных насаждениях напротив доминирует площадь низкобонитетных. Что касается распределения данных категорий малоценных насаждений в пределах групп возраста, то наибольшая площадь приходится на спелые и перестойные (43,2%), на втором месте средневозрастные (31,2%), примерно в равных долях приспевающих и молодняков.

Таким образом, только две категории малоценных насаждений (низкополнотные и низкопродуктивные) занимают 25,9% площади покрытых лесной растительностью земель. Если к ним добавить площадь остальных (обесцененные по составу, низкотоварные, неудовлетворительные по состоянию, нежизнеспособные, дегенеративные, деградированные, многократных порослевых генераций и т.д.), то в целом общая площадь малоценных насаждений значительно увеличится.

### Выводы

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что качественная структура и породный состав лесного фонда нуждается в существенном улучшении. Изменить сложившуюся ситуацию может помочь реконструкция малоценных насаждений, которая, к сожалению, в Воронежской области в последние годы не проектируется и не проводится. А это самым негативным образом отразится в ближайшем и отдаленном будущем на производительности и качестве лесов.

### Список литературы

1. Бугаев В.А., Гладышева Н.В. Реконструкция малоценных лесов / В.А. Бугаев, Н.В. Гладышева - Воронеж, Изд-во ВГУ, 1991. - 128 с.
2. Дерябин Д.И. Способы реконструкции молодых насаждений / Д.И. Дерябин - М.: Гослесбумиздат, 1960. - 65 с.
3. Изюмский П.П. Методы обновления малоценных насаждений / П.П. Изюмский - М.: Лесн. пром-ть, 1965. - 84 с.
4. Лосицкий К.Б. Научные основы определения оптимального состава насаждений и лесов / К.Б. Лосицкий // Лесн. хоз-во. – 1968. - №11. - С. 14-18.
5. Чернышов М. П. Реконструкция малоценных насаждений Северного Кавказа : концепция, термины и определения : монография / М. П. Чернышов; М-во природ. ресурсов Рос. Федерации, Науч.-исслед. ин-т горного лесоводства и экологии леса. - Сочи : НИИГорлесэкол, 2001. - 108 с.

### References

1. Bugaev V.A., Gladysheva N.V. Reconstruction of low-value forests / V.A. Bugaev, N.V. Gladysheva - Voronezh, VSU Publishing House, 1991. - 128 p.
2. Deryabin D.I. Methods for reconstructing young plantings / D.I. Deryabin - M.: Goslesbumizdat, 1960. - 65 p.
3. Izyumsky P.P. Methods for renewing low-value plantings / P.P. Izyumsky - M.: Lesn. industry, 1965. - 84 p.
4. Lositsky K.B. Scientific principles for determining the optimal composition of plantings and forests / K.B. Lositsky //Lesn. household – 1968. - No. 11. - pp. 14-18.
5. Chernyshov M. P. Reconstruction of low-value plantings of the North Caucasus: concept, terms and definitions: monograph / M. P. Chernyshov; M-in nature. resources Ros. Federation, Scientific Research Institute of Mountain Forestry and Forest Ecology. - Sochi: NIIGorlesekol, 2001. - 108 p.

## КРАСНОКНИЖНЫЕ ВИДЫ ПТИЦ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.Д. Кириллова, Е.В. Турчанинова

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

**Аннотация.** Статья описывает богатую природу Воронежской области, отмечая разнообразие авиафауны, которая сформировалась благодаря благоприятным климатическим условиям и черноземной почве. Целью данной работы является описание некоторых, наиболее уязвимых видов птиц Воронежской области, занесенных в Красную книгу. Красная книга Воронежской области включает в себя список редких, исчезающих или исчезнувших видов. Это главный документ, содержащий важные сведения о состоянии вымирающих и редких видов, в котором определяется направление практических мер по охране и увеличению численности. Особое внимание уделяется редким видам, занесенным в Красную книгу Воронежской области, которая является официальным документом, регулирующим охрану биоразнообразия в соответствии с федеральным законодательством России. Рассматриваются наиболее угрожающие видовому разнообразию птиц факторы, связанные с урбанизацией, такие как рост городов, вырубка лесов и распашка земель, строительство промышленных предприятий и загрязнение окружающей среды. Описываются меры по охране природы, включая создание заповедников и заказников в регионе. В статье отмечаются некоторые редкие и уязвимые виды птиц, обитающих в Воронежской области, и подчеркивается важность их сохранения.

**Ключевые слова:** биоразнообразие, богатство природы, виды на грани вымирания, Воронежская область, заповедники, Красная книга, охрана окружающей среды, природа, редкие виды, урбанизация, фауна, федеральный закон, флора, экология.

## RED BOOK SPECIES OF BIRDS OF THE VORONEZH REGION

E.D. Kirillova, E.V. Turchaninova

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract.** The article describes the rich nature of the Voronezh region, noting the diversity of avian fauna, which was formed due to favorable climatic conditions and black soil. The purpose of this work is to describe some of the most vulnerable bird species in the Voronezh region, listed in the Red Book. The Red Book of the Voronezh Region includes a list of rare, endangered or extinct species. This is the main document containing important information about the status of endangered and rare species, which determines the direction of practical measures to protect and increase their

numbers. Particular attention is paid to rare species listed in the Red Book of the Voronezh Region, which is an official document regulating the protection of biodiversity in accordance with Russian federal legislation. The factors most threatening the species diversity of birds associated with urbanization are considered, such as urban growth, deforestation and plowing of land, construction of industrial enterprises and environmental pollution. Nature conservation measures are described, including the creation of nature reserves and sanctuaries in the region. The article notes some rare and vulnerable bird species living in the Voronezh region and emphasizes the importance of their conservation.

**Keywords:** biodiversity, natural wealth, endangered species, Voronezh region, nature reserves, Red Book, environmental protection, nature, rare species, urbanization, fauna, federal law, flora, ecology.

### **Введение**

Воронежская область является удивительно живописным уголком Российской природы. Сочетание разнообразия ландшафтов и климатические условия с мягкими зимами и теплым, влажным летом, способствуют формированию удивительной и разнообразной орнитофауны, которая насчитывает около 300 видов птиц, в том числе редких, часть из которых нуждается в дополнительных охранных мерах. Для подтверждения статуса вымирания или состояния на грани вымирания их заносят в Красную книгу Воронежской области. Список птиц, отмеченных на территории Воронежской области, которые занесены в Красную книгу Российской Федерации, содержит 123 вида и подвида пернатых.

Целью данной работы является описание некоторых, наиболее уязвимых видов птиц Воронежской области, занесенных в Красную книгу.

Данная книга является официальным документом регламентации сферы биоразнообразия подведомственно Федерального закона № 7-ФЗ "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 года. Красная книга Воронежской области направлена на учет и охрану редких и исчезающих видов флоры и фауны региона.

Отметим, что данный документ периодически обновляется посредством регулярной актуализации данных о состоянии популяций, включении или исключении охраняемых видов, о мерах сохранения и восстановления организмов.

Важно, животные, птицы, растения, занесенные в Красную книгу, подлежат изъятию из народного пользования, добыча объектов природы из Красной книги допустима лишь в исследовательских мотивах по разрешению органов исполнительной власти Воронежской области.

По мнению специалистов, основным фактором появления большого количества исчезающих объектов природы является активная урбанизация, которая ведется по многим направлениям. К ним относятся: рост городов, вырубка лесов и распашка земель, строительство промышленных и перерабатывающих предприятий, загрязнение воздуха выхлопными газами, загрязнение водоемов сточными водами.

Для охраны окружающей среды и сохранения биоразнообразия исчезающих видов в Воронежской области были созданы заповедники и заказники, на территории которых

ведется особый контроль за редкими видами. На данный момент выделяют около 20 заповедных территорий для сохранения девственности и естественности природы.

Опишем наиболее крупные заповедные территории Воронежской области по площади и количеству охраняемых животных.

1. Воронежский государственный природный биосферный заповедник имени В.М. Пескова.

Заповедник располагается от города Воронежа в часе езды. В нем расположены тематические музеи, веревочный парк, интерактивные тропы, отдельный Бобровый городок.

2. Хоперский заповедник.

Данный заповедник является одним из старейших в России, он был основан в 1935 году около реки Хопер. В заповеднике граничат леса с лесостепями, оттого разнообразие населяющих животных и птиц велико. Из всех редких птиц и животных заповедника выделяют луней, среднего размера хищных птиц семейства ястребиных, распространенных больше в северном полушарии, реликтовый вид русской выхухоли.

3. Государственный природный заказник федерального подчинения "Каменная степь".

Это государственный заказник природы Воронежской области с 1996 года. Однако заселены территории были еще в XVII веке. Большой вклад в заселение заповедника, его почвенное облагораживание внес русский геолог, почвовед В.В. Докучаев. Каменную степь по праву называют "птичьим местом", здесь гнездятся более 150 видов птиц. В качестве редких здесь встречаются на пролете, так и гнездятся луни, жуланы, фазаны обыкновенные, желтоголовые королики, ушастые совы.

В целом, на территории Воронежской области зарегистрированы около 300 видов птиц, 123 из которых являются редкими или уязвимыми. Ниже опишем некоторые из них.

- Тетерев (лат. *Lyrurus tetrix*). Это относительно крупная птица с маленькой головой и коротким клювом из семейства фазановых, селящаяся в лесных массивах либо зарослях кустарника. Основной ареал распространения - степные зоны Европы и Азии, от Альпийских гор на западе до Корейского полуострова на востоке.

В целом, у тетерева границы ареала расплывчаты. Все зависит от размера популяции и ландшафта места заселения.

- Авдотка (лат. *Burhinus oedipnemus*). Средних размеров птица из семейства авдотковых. Несмотря на не самые большие размеры тела, птица является хорошим охотником из-за сильных удлинённых лап, клюва. Предпочтительные места заселения – тропические регионы Земли. В основном это южная часть Европы, Австралия, Индия, Новая Гвинея.

- Черный аист (лат. *Ciconia nigra*). Это редкая птица из семейства аистовых, которая находится под защитой не только в РФ, но и Украине, Белоруссии, Болгарии, Казахстане, Узбекистане и т.д. В России в большом количестве обитает в Приморье. От большого аиста данный вид отличает большая стройность, черное оперение.

- Стрепет (лат. *Tetrax tetrax*). Птица из семейства дрофиных, по телосложению похожа на курицу. Живет в основном в степях и полях Северной Африки, Азии. Выбирает степи по наличию хотя бы небольших участков целины. По причине сплошной распашки степей некогда многочисленные птицы стали редкостью.

- Большой кроншеп (лат. *Numenius arquata*). Это вид из семейства бекасовых, достаточно крупная птица. Отличительная особенность - длинный выгнутый клюв. Главный ареал распространения - Северная Европа, Британские острова. Взрослые особи больших кроншепов гнездятся в болотистой местности, марши. Зимуют они у побережий и в ваттах.

- Клинтух (лат. *Columba oenas*). Это небольшая птица из семейства голубиных, обитает в основном в Западной Сибири, Северо-Восточной Африке. Часто клинтуху путают как с голубем обыкновенным, так и с вяхирем. Однако вяхирь визуально гораздо больше по телосложению двух других птиц. Отличительно на груди клинтуха развит розовый оттенок.

- Домовой сыч (лат. *Athene noctua*). Это маленькая хищная птица из семейства совиных. Свое название получила по причине заселения в человеческих постройках. При заселении в степи обитает в норах, пнях, гудах камней. Распространен в большом количестве в Северной Африке, Центральной Европе.

Также выделяют большого подорлика, скопу, степного орла, степную пустельгу, степную тиркушку, вертялую камышевку, сплюшку, малую поганку, дрофу, чернолобего сорокопуга, серого лебедя, малую крачку, степного луня и т.д.

Примечательно, что помимо указанных исчезающих или находящихся на грани исчезновения птиц, в Красной книге Воронежской области отмечены также и птицы, которые на данный момент не требуют государственной защиты, но в будущем ситуация может измениться. Они отмечены как птицы, требующие особого внимания к их состоянию и популяции. Их около 20 видов. Это, к примеру, малая выпь, золотистая щурка, обыкновенный скворец, горихвостка, ремез и т.д.

### **Заключение**

Несмотря на благоприятные климатические и географические условия для успешного развития флоры и фауны Воронежской области, видовое разнообразие с каждым годом уменьшается как качественно, так и количественно. На страницах Красной книги собраны общие сведения о различных представителях фауны региона, чувствительных к негативным воздействиям деятельности человека и животных, находящихся под угрозой исчезновения.

Существует множество практических мер, применение которых необходимо для сохранения и поддержания численности исчезающих видов животных и растений, занесенных в Красную книгу. Эти меры компенсируют потери от вырубке лесов, преобразования лугов и пастбищ, а также потери от деградации флоры и фауны.

К таким охранным мерам относятся создание проектов строительства с учетом сохранения окружающей среды и уникальных растительных сообществ, посадка лесов на нарушенных и неблагоприятных землях, мелиорация земель, раскопки малопродуктивных земель с последующей передачей их под лесное хозяйство, организация заповедников и заказников для диких животных, занесенных в Красную книгу.

Для защиты животного мира к таким мерам относятся восстановление лесов со свойствами, пригодными для обитания отдельных видов животных, улучшение условий жизни, воспроизводства и кормового обеспечения, строительство искусственных путей миграции животных через линейные сооружения (транспортные магистрали, трубопроводы, каналы и другие сооружения), организация заповедников и заказников.

## Список литературы

1. Артюховский А.К., Венгеров П.Д. Динамика видового состава и численности птиц в пригородных насаждениях г. Воронежа за период 1959/60–1981/82 гг. // Экология и защита леса. Лесные экосистемы и их защита. – Л., 2019. – С. 77–82.
2. Барабаш-Никифоров И.И., Семаго Л.Л. Птицы юго-востока Черноземного центра. – Воронеж: изд-во ВГУ, 2020. – 210 с.
3. Венгеров П.Д. Птицы и малоиспользуемые сельскохозяйственные земли Воронежской области (перспективы восстановления лугово-степной орнитофауны). – Воронеж: изд-во ООО «Кривичи», 2021. – 152 с.
4. Венгеров П.Д. Эколого-зоогеографический анализ авифауны Воронежского заповедника // Труды Воронежского государственного заповедника. – Воронеж: БиомикАктив, 2022 б. – Вып. XXVII. – С. 5–36.
5. Венгеров П.Д. Раннее размножение осоеда *Pernis arivorus* в Воронежском заповеднике в 2014 году // Русский орнитологический журнал. – 2019 б. – Т. 24. – № 1128. – С. 1217–1221.
6. Венгеров П.Д. Сроки весеннего прилета птиц в Воронежском заповеднике на фоне длительных климатических изменений // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки. – 2019 в. – № 3 (200). – Вып. 30. – С. 82–92.
7. Венгеров П.Д. Птицы Черноземья: Неворобьиные. Учебное пособие. – Тамбов: ООО «ТПС», 2020 а. – 320 с.
8. Венгеров П.Д. Фенология весеннего прилета птиц в Воронежском заповеднике // Труды Воронежского государственного заповедника. – Воронеж: Новый формат, 2020 б. – Вып. XXIX. – С. 7–27.
9. Венгеров П.Д. Находки гнёзд и редкое поведение пастушка *Rallus aquaticus* в Воронежской области. // Русский орнитологический журнал. – 2021 а. – Т. 30. – № 2041. – С. 1013–1017.
10. Сапельников С.Ф. Гнездование и необходимые меры охраны орлана-белохвоста в Воронежском заповеднике // Актуальные проблемы управления заповедниками в Европейской части России. Материалы юбилейной научн.-практ. конференции, посвященной 10-летию государственного природного заповедника «Воронинский» (21–24 сентября, 2004 г.). – Воронеж, 2004 а. – С. 142–146.
11. Соколов А.Ю., Нумеров А.Д., Венгеров П.Д. Статус и изменения численности куликов в Воронежской области с середины XX века. Актуальные вопросы изучения куликов Северной Евразии. Материалы XI международной научно-практической конференции. Минск, 29 января – 2 февраля 2019 г. – Минск: БГУ, 2019. – С. 113–121.
12. Стародубцева Е.А., Николаева Н.И. Лидия Александровна Гоббе // Труды Воронежского государственного заповедника. – Воронеж: БиомикАктив, 2012. – Вып. XXVII. – С. 237–241

## References

1. Artyukhovskiy A.K., Vengerov P.D. Dynamics of species composition and abundance of birds in suburban plantations of Voronezh for the period 1959/60–1981/82. // Ecology and protection of forests. Forest ecosystems and their protection. – L., 2019. – pp. 77-82.
2. Barabash-Nikiforov I.I., Semago L.L. Birds of the south-east of the Chernozem center. Voronezh: VSU Publishing House, 2020. - 210 p.
3. Vengerov P.D. Birds and little-used agricultural lands of the Voronezh region (prospects for restoration of meadow-steppe avifauna). Voronezh: publishing house of LLC "Krivichi", 2021. 152 p.
4. Vengerov P.D. Ecological and zoogeographic analysis of the avifauna of the Voronezh Nature Reserve // Proceedings of the Voronezh State Nature Reserve. Voronezh: BiomikAktiv, 2022 B. – Issue XXVII. – pp. 5-36.
5. Vengerov P.D. Early reproduction of the wasp *Pernis apivorus* in the Voronezh Nature Reserve in 2014 // Russian Ornithological Journal. – 2019 b. – Vol. 24. – No. 1128. – pp. 1217-1221.
6. Vengerov P.D. The timing of the spring arrival of birds in the Voronezh Nature Reserve against the background of prolonged climatic changes // Scientific Bulletin of the Belgorod State University. The Natural Sciences series. – 2019. – № 3 (200). – Issue 30. – pp. 82-92.
7. Vengerov P.D. Birds of the Chernozem region: Non-Vorobyov. A study guide. – Tambov: LLC "TPS", 2020 a. – 320 p.
8. Vengerov P.D. Phenology of the spring arrival of birds in the Voronezh Reserve // Proceedings of the Voronezh State Reserve. – Voronezh: New Format, 2020 b. – Issue XXIX. – pp. 7-27.
9. Vengerov P.D. Finds of nests and rare behavior of the shepherdess *Rallus aquaticus* in the Voronezh region. // Russian Ornithological Journal. – 2021 a. – vol. 30. – No. 2041. – pp. 1013-1017.
10. Sapelnikov S.F. Nesting and necessary measures for the protection of the white-tailed eagle in the Voronezh Reserve // Actual problems of reserve management in the European part of Russia. Materials of the jubilee scientific conference-practical conference dedicated to the 10th anniversary of the Voroninsky State Nature Reserve (September 21-24, 2004). – Voronezh, 2004 a. – pp. 142-146.
11. Sokolov A.Yu., Numerov A.D., Vengerov P.D. The status and changes in the number of waders in the Voronezh region since the middle of the twentieth century. Topical issues of studying the waders of Northern Eurasia. Materials of the XI International scientific and practical conference. Minsk, January 29 – February 2, 2019 – Minsk: BSU, 2019. – pp. 113-121.
12. Starodubtseva E.A., Nikolaeva N.I. Lidia Alexandrovna Gobbe // Proceedings of the Voronezh State Reserve. – Voronezh: BiomikAktiv, 2012. – Issue XXVII. – pp. 237-241



## РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) В ХРЕНОВСКОМ БОРУ

И.А. Толбина, Д.А. Зубарева, В.В. Молчанов

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

**Аннотация:** Статья посвящена рассмотрению вопроса об изучении особенности роста, продуктивности сосновых насаждений Хреновского бора, и произведению оценки искусственных сосновых насаждений.

Хреновский лес – известный лесной и биологический памятник природы, который расположен в Бобровском районе Воронежской области. Здесь в виде островного массива площадью около 40 тысяч гектаров компактно произрастают искусственные и естественные насаждения сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на песках и супесях на территории трех местных лесничеств (Хреновского, Брагинского и Вислинского). Главной особенностью леса является его расположение, а именно, он расположен на границе лесостепной и степной зоны, на левом берегу реки Битюг, вдали от крупных промышленных предприятий и автомобильных дорог.

Исторически сложилось так, что Хреновской лес является уникальным объектом для изучения одновозрастных, одно- и многоярусных насаждений искусственного и естественного происхождения с преобладанием в составе сосны обыкновенной.

В работе предлагается использовать пробные площади, закладываемые на участках, с ровным рельефом и минимальным выпадением деревьев и кустарников. На пробных площадках имеется более 200 деревьев главной породы, за ширину пробной площади принимали расстояние между крайними рядами полосы плюс половина ширины междурядья с обеих сторон.

**Ключевые слова:** Воронежская область, пробные площади, сосновые насаждения, сосна обыкновенная, Хреновской бор.

## GROWTH AND PRODUCTIVITY OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) CROPS IN THE KHRENOVSKOY FOREST

I.A. Tolbina, D.A. Zubareva, V.V. Molchanov

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract.** The article is devoted to the consideration of the issue of studying the peculiarities of growth, productivity of pine plantations of Khrenovskoy forest, and the evaluation of artificial pine plantations.

Khrenovskoy Forest is a well-known forestry and biological monument of nature, which is located in the Bobrovsky district of the Voronezh region. Here, in the form of an island massif with an area of about 40 thousand hectares, artificial and natural stands of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) grow compactly on the sands and sandy loams on the territory of three local forestry districts (Khrenovskoy, Bragninsky and Vislinsky). The main feature of the forest is its location, namely, it

is located on the border of the forest-steppe and steppe zone, on the left bank the Bitug River, away from large industrial enterprises and highways.

Historically, the Khrenovskoy forest is a unique object for the study of single- and multi-age, single- and multi-tiered plantings of artificial and natural origin with a predominance in the composition of scots pine.

In the work it is proposed to use trial areas laid on plots with smooth relief and minimal loss of trees and shrubs. There are more than 200 trees of the main breed on the test sites, the width of the test area was taken as the distance between the extreme rows of the strip plus half the width of the aisle on both sides.

**Keywords:** Voronezh region, trial areas, pine plantations, Scots pine, Khrenovskoy Forest.

### **Введение**

На территории России Хреновской бор - уникальный по своей структуре и развитию лесной массив, представленный естественными насаждениями и искусственными лесными культура из сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

Хреновской бор расположенный в юго-восточной части Воронежской области. Площадь Хреновского бора составляет около 40 тыс. га.

Основной лесообразующей породой является сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). На территории бора произрастают два вида сосен: рудовая сосна, растущая на песках, и мендовая растущая на супесях [3].

Изучение жизненного состояния, роста и продуктивности сосновых насаждений Хреновского бора, имеет важное значение, для сохранения уникального памятника природы.

**Цель исследования** изучить особенности роста, продуктивность и произвести оценку искусственных сосновых насаждений Хреновского бора.

**Материалы и методы исследования.** Объектами исследования служили 75-85 летние искусственные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) произрастающие на территории Хреновского бора, в Бобровском районе, Воронежской области.

Пробные площади, закладывались на участках, с ровным рельефом и минимальным выпадением деревьев и кустарников. На пробных площадках имеется более 200 деревьев главной породы, за ширину пробной площади принимали расстояние между крайними рядами полосы плюс половина ширины междурядья с обеих сторон.

На основании первичных документов определяли возраст древесных пород [2].

Сплошной пересчет проводили строго по рядам.

На всех пробных площадях закладывались пробные площадки, на которых проводилось геоботаническое описание.

Статистическую обработку данных на основании сплошного пересчета деревьев по диаметру на пробных площадях выполняли на ЭВМ типа IBM с использованием пакета прикладных программ EXCEL. STATISTICA с установлением средней величины, ошибки, точности и достоверности опыта.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Исследования проводились на территории Хреновского бора в Бобровском районе, на территории Хреновского лесничества (табл. 1) в 2023г. в насаждениях из сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) [1].

На долю сосновых насаждений отводится боль около 50% от общей площади. Основной лесообразующей породой является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L*) растущая на песках и супесях.

Таблица 1. Координаты лесничества

№ п/п	Наименование участкового лесничества	Административный район	Координаты (градусы, минуты)	Координаты (градусы, минуты)
			северной широты	северной широты
1	Хреновское	Бобровский муниципальный район, Воронежская область	51 <sup>0</sup> 08'	40 <sup>0</sup> 16'

Лесной массив из сосны представлен естественными одновозрастными и разновозрастными насаждениями с полнотой 0.3-0,7, может быть как одноярусным, так и многоярусным и искусственными лесными культурами.

На возвышенностях растет рудовая сосна, отличающаяся более плотной и смолистой древесиной. В низинах сосна образует низинные боры.

Второй основной древесной породой является дуб черешчатый (*Quercus robur L.*), на его долю отводится около 30%, остальные 20% - мягколиственные породы.

Сопутствующий видовой состав довольно разнообразен и представлен следующими видами: ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior L.*), вяз гладкий (*Ulmus laevis Pall.*), клен остролистный (*Acer platanoides L.*).

В подлеске можно встретить как деревья рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia L.*) и вишня птичья (*Prunus avium Moench.*), так и кустарники: бересклет бородавчатый (*Euonymus verrucosus Scop.*), дроку красильный (*Genista tinctoria L.*), ракитник русский (*Chamaecytisus ruthenicus (Fisch. ex Woloszcz.) Klásk*), лещина обыкновенная (*Corylus avellana L.*).

Живой напочвенный покров разнообразен, можно встретить как типичных представителей сосняков, например семейство Осоковые (*Cyperaceae*), вид осока волосистая (*Carex pilosa Scop.*), и также можно встретить типичные луговые и полевые виды: одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale F.H. Wigg.*), гравилат городской (*Geum urbanum L.*), земляника лесная (*Fragaria vesca L.*)

С целью изучения современного состояния, роста и продуктивности были заложены следующие пробные площади (табл. 2).

Таблица 2. Сводная ведомость пробных площадей

№ пр.пл.	Число деревьев, шт./га	Средние		Объем среднего дерева, м <sup>3</sup>	Полнота
		высота, м	диаметр, см на высоте 1,3 м		
1	95	23,0	21,0	0,332	0,7
2	111	20,5	18,5	0,192	0,5
3	127	18,0	17,0	0,175	0,3
4	75	25,0	21,5	0,369	0,5
5	105	21,5	17,5	0,201	0,3

### Выводы

В возрасте 75-85 лет сохранность варьируется в пределах 45-65%.

1 пробная площадь отличается по полноте и сохранности

На 2 и 4 пробной площади наблюдается большое количество самосева сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L).

На 3 и 5 пробных площадях наблюдается начальная стадия дигрессии, это связано в первую очередь, с тем что, насаждения находятся рядом с населенным пунктом. Также на ПП можно увидеть вытаптывание живого напочвенного покрова, в связи с этим происходит замена типичных лесных травянистых растений, на луговые.

Распределение деревьев по категориям состояния является одним из важных показателей, который характеризует как приспособленность данного вида к новым условиям произрастания, так и особенности их роста в этих условиях (таблица 3).

Таблица 3. Распределение деревьев сосны обыкновенной на пробных площадях по категориям санитарного состояния

Пробная площадь	Распределение экотипов сосны по категориям состояния, %					
	здоровые	ослабленные	сильно ослабленные	усыхающие	свежий сухостой	старый сухостой
1	90	2	-	-	-	3
2	100	-	-	1	7	3
3	117	5	-	-	5	5
4	55	-	-	-	5	15
5	95	2	-	-	3	5

### Список литературы

1. Лесохозяйственный регламент Бобровского лесничества Воронежской области. Приложение к приказу управления лесного хозяйства Воронежской области от 29 ноября 2019 г. N 1775.

2. Лозовой А. Д. Лесная вспомогательная книжка: (Лесотаксационный справочник работнику лесного хозяйства Центр-Чернозем. Региона России) / А. Д. Лозовой – Воронеж, 1996. – 400 с.

3. Определитель растений онлайн. URL.:<http://www.plantarium.ru>.

4. Сукачев, В. Н. Избранные труды. Основы лесной типологии и биогеоценологии: Т. 1. / В. Н. Сукачев - Л.: Наука, т.1. 1972. – 418 с.

### References

1. Forestry regulations of the Bobrovsky forestry of the Voronezh region. Appendix to the order of the Forestry Department of the Voronezh Region dated November 29, 2019 N 1775

2. Lozovoy A.D. Forest auxiliary book: (Forest tax reference guide for a forestry worker of Center-Chernozem region of Russia) / A. D. Lozovoy. – Voronezh, 1996. – 400 p.

3. Plant identifier online. URL.:<http://www.plantarium.ru>.

4. Sukachev, V. N. Selected works. Fundamentals of forest typology and biogeocenology: Vol. 1. / V. N. Sukachev - L.: Nauka, vol. 1. 1972. - 418.

## МЕТОД БИОТЕСТИРОВАНИЯ ПОЧВЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИЗОСФЕРНОГО ЭФФЕКТА ПРИРОДНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

О.Д. Юрчук, И.Д. Свистова

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный педагогический университет»,  
г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Исследованы взаимоотношения растений и микробиома почвы с точки зрения анализа стимулирующего эффекта ризодепозитов на фитотоксическую активность почвы в природных и искусственных фитоценозах с помощью метода биотестирования. Биотестирование позволяет точно оценить положительный или отрицательный эффект аллелопатических веществ растений на зону ризосферы, не затрачивая значительные временные и материальные ресурсы. В основном методики биотестирования реализуются с помощью анализа водной вытяжки, но более достоверной оценкой почвенных проб является оценка твердой почвенную фазу. Следовательно, наиболее доступным методом для оценки стимулирующего действия ризодепозитов является метод биотестирования на почвенных пластинах с помощью тест-растения. Использование индикаторного растительного организма позволяет изучить воздействие на почвенную среду сразу совокупности факторов, как положительных, так и отрицательных и по их изменению сделать общую оценку токсичности данной среды. Результаты биотестирования почвы позволяют разработать наиболее эффективные методы обработки почвы для повышения ее плодородности.

**Ключевые слова:** биотестирование, биоиндикация, ризосфера, ризосферный эффект, корневые экссудаты, фитоценоз.

## A METHOD OF SOIL BIOTESTING TO ASSESS THE RHIZOSPHERE EFFECT OF NATURAL AND ARTIFICIAL PHYTOCENOSES

O.D. Yurchuk, I.D. Svistova

*Voronezh State Pedagogical University, Voronezh, Russia*

**Abstract:** The relationship between plants and the soil microbiome has been studied from the point of view of analyzing the stimulating effect of rhizodeposits on the phytotoxic activity of soil in natural and artificial phytocenoses using the biotesting method. Biotesting makes it possible to accurately assess the positive or negative effect of plant allelopathic substances on the rhizosphere zone without spending significant time and material resources. Basically, biotesting

techniques are implemented using the analysis of aqueous extract, but a more reliable assessment of soil samples is the assessment of the solid soil phase. Therefore, the most accessible method for evaluating the stimulating effect of rhizodeposits is the method of biotesting on soil plates using a test plant. The use of an indicator plant organism makes it possible to study the impact on the soil environment of a combination of factors, both positive and negative, and to make an overall assessment of the toxicity of this environment based on their changes. The results of soil biotesting allow us to develop the most effective methods of tillage to increase its fertility.

**Keywords:** biotesting, bioindication, rhizosphere, rhizosphere effect, root exudates, phytocenosis.

### **Введение**

Почвы являются главной составляющей любой экосистемы, так как они выполняют в них огромное количество структурных и экологических функций. Обладая свойствами значительной концентрационной и буферной способности, почвы способны накапливать в своём составе различные группы стимулирующих веществ, которые в норме активно включены в любые экосистемные процессы и проявляются в виде ризосферного эффекта. Корневые выделения растений оказывают значительное влияние на почвенную микрофлору различных фитоценозов. Именно ризодепозиты своим качественным и количественным составом, зависящим от вида, возраста и условий выращивания растений и почвенно-климатических условий влияют на почвенные микроорганизмы, вызывая сукцессию микробного сообщества.

Ризосферный эффект может быть, как положительным, так и отрицательным. При положительном ризосферном эффекте наблюдается улучшение структуры почвы, повышение ее плодородия, подавлении роста патогенных микроорганизмов и стимуляции роста полезных. Отрицательный ризосферный эффект проявляется в накоплении в почве токсичных веществ, угнетении роста растений и снижении их урожайности [8].

В настоящее время особое внимание уделяется оценке фитотоксической активности почв в зоне ризосферы, как в природных, так и в искусственных фитоценозах. Оценка ризосферного эффекта является важным аспектом изучения почв и растений. Она позволяет определить влияние растений на почву и микроорганизмы, а также выявить возможные негативные последствия этого влияния.

Существует несколько методов оценки ризосферного эффекта. Одним из наиболее распространенных методов является метод биотестирования почвы, который заключается в выращивании тест-растений в почве, которая подвергалась воздействию корневых выделений растений. По росту и развитию тест-растений судят о ризосферном эффекте.

При использовании метода биотестирования почвы для оценки состояния почвенной микрофлоры рекомендовано определять численность бактерий, усваивающих минеральные соединения азота, и почвенных грибов, видового разнообразия микромицетов и фитотоксическую активность почвы. Большинство методов биотестирования являются вполне доступными и позволяет при относительно небольших временных и материальных вложениях достаточно точно оценивать экологическое состояние почвы и судить о степени ее фитотоксической загрязнённости. Данные исследования имеют огромное практическое

значение растениеводства, понимание аллелопатических взаимодействий растений и почвенного микробиома позволяют выявить причины отрицательных явлений: почвоутомление, истощение почвы, фитотоксическая активность и разработать наиболее эффективные мелиоративные мероприятия для закладки новых плодовых деревьев [1, 4].

Результаты биотестирования почвы обрабатывают с помощью статистических методов. Статистические методы позволяют определить, существует ли статистически значимая разница между ростом корня, всхожестью семян тест-растений, выращенных в почве, которая подвергалась воздействию корневых выделений растений, и ростом, и развитием тест-растений, выращенных в контрольной почве.

Активное выделение корнями растений в окружающую среду различных органических соединений обеспечивает питательными веществами почвенные микроорганизмы, что создает благоприятные условия для их существования в зонах ризосферы и ризопланы. Корневые выделения представляют собой низкомолекулярные органические вещества, являющиеся продуктами фотосинтеза и метаболизма растений, а также физиологически активные вещества – антибиотики, фунгициды, фитонциды, колины, которые определяют биологическую активность почв [5].

Если рост и развитие тест-растений, выращенных в почве, которая подвергалась воздействию корневых выделений растений, выше, чем рост и развитие тест-растений, выращенных в контрольной почве, то это свидетельствует о *положительном ризосферном эффекте*. Напротив, снижение данных показателей свидетельствует об *отрицательном ризосферном эффекте* [8].

**Целью работы** было изучение влияния природных и искусственных фитоценозов на фитотоксическую активность почвы.

**Объекты и методы исследования.** Почва: чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый среднегумусный среднемощный. Варианты опыта – искусственные фитоценозы: молодой сад - плодовые семечковые культуры (9 лет, ботсад им. Келлера ВГАУ), и старый яблоневый сад (50 лет, Опытная станция ВГАУ). Контроли опыта – природные фитоценозы: почва без растений, целина (разнотравная растительная ассоциация), дубрава, пригородная лесопарковая зона.

Пробы были отобраны из слоя 0-20 см под проекцией кроны в сентябре 2022 г. Анализировали воздушно-сухую почву. Фитотоксическую активность почвы определяли с помощью метода биотеста на почвенных пластинках, тест-растение редис [5].

**Результаты и их обсуждение.** При определении фитотоксичности почвы в выбранных вариантах нами был использован метод биотестирования на почвенных пластинках, для которого главным показателем является длина корня проростков. В качестве тестового растения были выбраны семена горчицы, так как растения семейства крестоцветные являются менее прихотливыми и прорастание семян не занимает много времени.

Для приготовления почвенных пластинок, необходимо взвесить на весах 50 г почвы и увлажнить ее до 60% полной полевой влагоемкости. После чего приготовленная масса помещается в чашку Петри, поверхность выравнивается шпателем затем на почвенной пластинке размещаются 50 семян горчицы (рис. 1) [7].

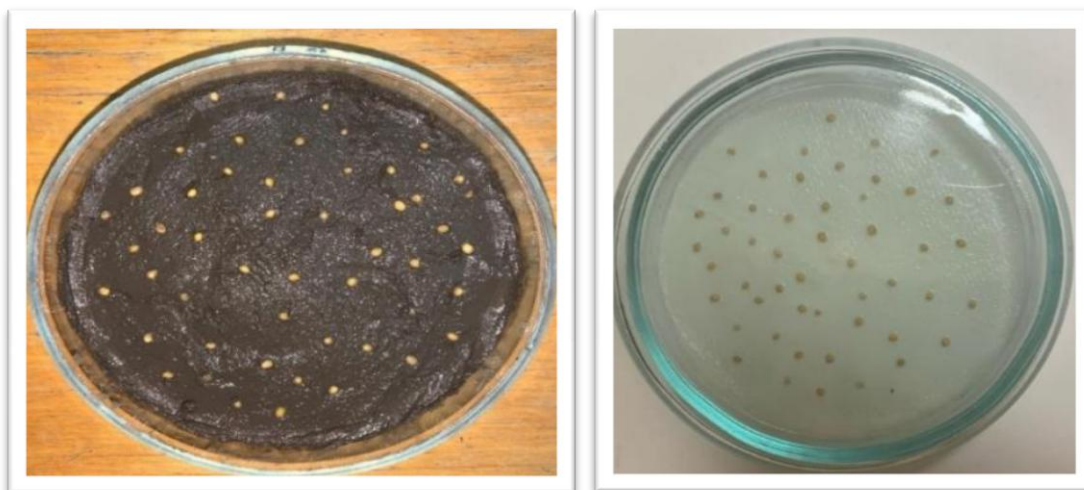


Рисунок 1 – Метод биотестирования на почвенных пластинках [фото автора]

Выращивание семян происходит при комнатной температуре. После 3 суток выдержки оценивается рост корня проростка. Полученные в результате опыта данные представлены в таблице № 1 (табл. 1).

При изучении результатов прорастания корней у молодых растений не было обнаружено особых токсических воздействий почвы, так как значительного замедления роста корней проростков не наблюдалось. Но необходимо отметить, что под старым плодовым садом уровень плодородия почвы приблизился по своим показателям к целинному чернозему, что скорее всего связано с постепенным уменьшением выделения корневых веществ старыми растениями. В свою очередь, под молодыми плодовыми деревьями наблюдалось стимулирующее воздействие ризодепозитов на рост корней проростков по сравнению с контрольной группой без растений, разнотравьем и дубравой. Можно предположить, что в данном случае в почве прослеживается положительный ризосферный эффект от секретируемых молодыми растениями аллелопатических соединений.

Наибольшие показатели стимулирующего эффекта выявлены по молодым яблоневым садом по сравнению с контрольной пробой без растений длина корешков проростков больше в 4,1 раза, разнотравьем – 1,6 и дубравой – 2,2 раза. Самый низкий показатель роста корешков наблюдается в почвенной пробе из-под старого яблоневого сада по сравнению с контрольной пробой без растений длина корешков проростков больше в 1,7 раза, разнотравьем – 0,6 и дубравой – 0,9 раз.

Полученный результат доказывает положительный стимулирующий эффект ризодепозитов, выделяемых молодыми плодовыми растениями, так как они необходимы для создания благоприятных условий для всхожести семян и прорастания проростков (рис. 2).



Таблица 1. Фитотоксическая активность почвы (рост корня проростка)

Вариант опыта	Длина корня проростка, мм	Стимулирование роста корня, раз		
		по сравнению с контролем	по сравнению с разнотравьем	по сравнению с дубравой
Без растений (контроль)	5,6±0,1	1	0,4	0,5
Разнотравье	14,4±1,4	2,6	1	1,4
Дендропарк	10,0±0,7	1,8	0,7	1,0
Дубрава	10,4±1,0	1,9	0,7	1
<i>Плодовый сад 9 лет</i>				
Слива	11,6±0,6	2,1	0,8	1,1
Абрикос	14,5±3,6	2,6	1,0	1,4
Груша	16,4±4,1	3,0	1,2	1,6
Яблоня	22,9±0,6	4,1	1,6	2,2
<i>Плодовый сад 50 лет</i>				
Яблоня	9,2±3,2	1,7	0,6	0,9

Напротив, под старыми плодовыми насаждения наблюдается снижение положительного ризосферного эффекта и увеличение отрицательного влияния аллелопатических веществ на токсическую активность почвы, снижая ее плодородие.



Рисунок 2 – Метод биотестирования на почвенных пластинках; результаты: почвенная проба старый плодовый сад (50 лет) и плодовый сад (4 года) [фото автора]

На наш взгляд, результаты биотестов почвы из природных и искусственных фитоценозов доказывают положительный эффект растительных ризодепозитов для стимулирования роста молодых растений. Активная экссудация корнями растений в почву разнообразных органических соединений, позволяет обеспечить питательными веществами почвенный микробом, что способствует созданию благоприятных условий для его существования в зонах ризосферы и ризопланы.

### Заключение

Таким образом, с помощью метода биотестирования нами было изучено влияние природных и искусственных фитоценозов на микробное сообщество почвы. Нами было доказано, что ризодепозиты могут оказывать как положительное действие на почву природных и искусственных фитоценозов, вызывая ризосферный эффект, так и отрицательное влияние, приводя к почвоутомлению и токсикозу. В ходе исследования выявлено, что корневые экссудаты именно молодых плодовых растений оказывают стимулирующее влияние на всхожесть семян и рост молодых проростков. В свою очередь под старыми плодовыми деревьями отмечается уменьшением ризосферного эффекта, что связано со снижением секреции корнями ризодепозитов.

Для почв под старыми плодовыми деревьями, характеризующихся отрицательным ризосферным эффектом необходимо проведение мероприятий по восстановлению плодородных свойств почвы и постоянный мониторинг ее показателей. Для проведения мониторинга фитотоксической активности почвы наиболее доступны и точным является метод биотестирования на почвенных пластинах с применением тест-растения.

### Список литературы

1. Берестецкий, О.А. Токсикоз почв под многолетними плодовыми насаждениями // Почвоведение. 1971. №7. С. 56-64.
2. Кондратьев, М.Н. Взаимосвязи и взаимоотношения в растительных сообществах: учебное пособие для подготовки магистров по направлению 35.03.04 «Агрономия» / ред. М.Н. Кондратьев, Г.А. Карпова, Ю.С. Ларикова. Москва, 2014.
3. Лукнер, М. Вторичный метаболизм у микроорганизмов, растений и животных / М. Лукнер – Москва: Мир, 1979. 548 с.
4. Мирчинк, Т.Г. Почвенная микология - Москва: МГУ, 1988. 220 с.
5. Свистова, И.Д. Формирование комплекса микроорганизмов чернозема выщелоченного в зависимости от типа агрофитоценоза / И.Д. Свистова, Л.О. Фролова, А.П. Щербаков // Сельскохозяйственная биология. - 2003. - Т. 38. - № 5. С. 55-62.
6. Тишин, А.С. Метод и способы фитотестирования почв: обзор / А.С. Тишин, Ю.Р. Тишина // Международный научно-исследовательский журнал. - 2021. - №11-2 (113). С. 93-97.
7. Феоктистова, Н.В. Ризосферные бактерии / Н.В. Феоктистова, А.М. Марданова, Г.Ф. Хадиева и др. // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2016. – Т. 158, кн. 2. С. 207–224.

### References

1. Berestetsky, O.A. Toxicosis of soils under perennial fruit plantations // Soil science. 1971. No.7. pp. 56-64.
2. Kondratiev, M.N. Interrelations and relationships in plant communities: a textbook for the preparation of masters in the field of 35.03.04 "Agronomy" / Ed. M.N. Kondratiev, G.A. Karpova, Yu.S. Larikova. Moscow, 2014.

3. Lukner, M. Secondary metabolism in microorganisms, plants and animals / M. Lukner – Moscow: Mir, 1979. 548 p.
4. Mirchink, T.G. Soil mycology - Moscow: Moscow State University, 1988. 220 p.
5. Svistova, I.D. Formation of a complex of microorganisms of leached chernozem depending on the type of agrophytocenosis / I.D. Svistova, L.O. Frolova, A.P. Shcherbakov // Agricultural biology. - 2003. - Vol. 38. - No. 5. pp. 55-62.
6. Tishin, A.S. Method and methods of phytotesting soils: review / A.S. Tishin, Y.R. Tishina // International Scientific Research Journal. - 2021. - №11-2 (113). Pp. 93-97.
7. Feoktistova, N.V. Rhizospheric bacteria / N.V. Feoktistova, A.M. Mardanova, G.F. Khadieva et al. // Scientific Journal. The cauldron. un-ta. Ser. Of course. science. - 2016. – Vol. 158, book 2. pp. 207-224.

**СЕКЦИЯ 4. РАСТЕНИЯ В ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЕ, ФИТОРЕКУЛЬТИВАЦИЯ,  
АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ**

DOI: 10.58168/FBFSNAP2024\_202-207

УДК 630\*266

**АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ В УСЛОВИЯХ РОССОШАНСКОГО РАЙОНА  
ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

Е.А. Михина, В.И. Михин, В.А. Коза

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

**Аннотация.** Насаждения мелиоративного назначения в условиях Россошанского района Воронежской области формируют биологические объекты длительного использования с постоянно нарастающим мелиоративным эффектом. При площади лесополос 2009,6 га лисистость пашни составляет 1,50%. Цель исследования - выявить закономерности роста пород в защитных насаждениях и установить параметры облесённости и объёмов лесомелиоративных работ. В защитных насаждениях биометрические показатели роста пород варьируют в зависимости от агротехнических и лесокультурных особенностей создания, схем смешения, структуры формирования. В силу физиологических процессов в различных частях поперечного профиля наибольший диаметр в возрасте 16 - 36 лет у акации белой и ясеня зелёного наблюдается в периферийных рядах, и соответственно наивысшая высота в центральных рядах. Средний прирост по высоте в средневозрастных лесных полосах с участием вяза обыкновенного и ясеня зелёного на чернозёме выщелоченном и обыкновенном составляет 0,2 - 2,2 м/год и в возрасте 12-16 лет уже отмечается снижение активности роста. Искусственные линейные насаждения с меньшей шириной и количеством рядов обладают большей ветрозащитной высотой. При густоте посадки 5000 шт/га и размещении посадочных мест 2,5 x 0,8 м различие в двойной ширине лесополос приводит к изменению сохранности пород, показателей высоты на 6,7 -12,0 %. Смешанные насаждения по составу с участием акации белой, ясеня зелёного, берёзы повислой имеют вполне удовлетворительное состояние. С увеличением лисистости пашни отмечается прирост урожайности сельскохозяйственных культур. Оптимальные параметры облесённости пашни должны составлять 3,25%.

**Ключевые слова:** защитные насаждения, облесённость пашни, породный состав, рост, урожай.

## AGROFORESTRY IN CONDITIONS OF THE ROSSOSHANSKY DISTRICT OF VORONEZH REGION

E.A. Mikhina, V.I. Mikhin, V.A. Koza

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract:** Plantings for reclamation purposes in the conditions of the Rossoshansky district of the Voronezh region form biological objects of long-term use with an ever-increasing reclamation effect. With an area of forest belts of 2009.6 hectares, the foliage of arable land is 1.50%. The purpose of the study is to identify patterns of tree growth in protective plantings and establish parameters for afforestation and the volume of forest reclamation work. In protective plantings, biometric growth indicators of species vary depending on the agrotechnical and silvicultural features of the creation, mixing patterns, and formation structure. Due to physiological processes in different parts of the transverse profile, the largest diameter at the age of 16 - 36 years in white acacia and green ash is observed in the peripheral rows, and, accordingly, the highest height in the central rows. The average increase in height in middle-aged forest belts with the participation of common elm and green ash on leached and ordinary chernozem is 0.2 - 2.2 m/year and at the age of 12-16 years a decrease in growth activity is already noted. Artificial linear plantings with a smaller width and number of rows have a greater wind-protective height. With a planting density of 5000 pcs/ha and placement of planting places of 2.5 x 0.8 m, the difference in the double width of forest belts leads to a change in the preservation of species and height indicators by 6.7 -12.0%. Mixed plantings with the participation of white acacia, green ash, and silver birch are in quite satisfactory condition. With an increase in the forest cover of arable land, an increase in agricultural crop yields is noted. The optimal parameters for arable land cover should be 3.25%.

**Keywords:** protective plantings, arable land cover, species composition, growth, harvest.

### **Введение**

Лесомелиоративные комплексы формируют особые агролесоландшафты, где защитные насаждения представляют экологический каркас территорий. Неоценима их роль в защите сельскохозяйственных угодий от неблагоприятных природных явлений [1,4]. Улучшается среда межполосных полей, что приводит к увеличению биологической продуктивности ландшафтов, как с естественной, так и искусственной растительностью. При этом мелиоративные насаждения должны создаваться оптимальных структур с учётом их функционального назначения. Ассортимент пород, агротехника выращивания подбирается в зависимости от почвенно-гидрологических условий [4, 6, 8]. Облесённость агротерриторий доводится до показателей, когда прекращаются эрозионные процессы и прирост урожая достигает максимума от влияния законченных систем защитных насаждений.

**Цель исследования** - выявить закономерности роста пород в защитных насаждениях и установить параметры облесённости и объёмов лесомелиоративных работ.

**Материал и методы исследования.** Исследования защитных насаждений проводились на стационарных объектах в условиях Россошанского района Воронежской области по общепринятым методикам в лесоразведении и лесовосстановлении [3]. Для изучения роста древесных пород закладывались пробные площади. На них выполнялись работы по получению биометрических показателей. Выполнялся сплошной перебор деревьев с определением диаметров и высот. Определялась структура насаждений, агротехнические и лесокультурные параметры создания, возраст, лесоводственно-мелиоративная оценка. В результате обработки полевых материалов рассчитывался средний диаметр, определялась средняя высота, сохранность, бонитет. Выполнялся сбор материала по облесённости пашни и урожайности сельскохозяйственных культур в разрезе аграрных предприятий. Полученные данные обрабатывались с применением методов вариационно-математической статистики [2].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В ходе обследования полезащитных лесных насаждений на территории Россошанского района Воронежской области были выявлены некоторые лесополосы, ширина которых увеличилась до 25-35 м. В результате отсутствия лесоводственных уходов, произошло зарастание порослью и самосевом. Это привело к утрате оптимальной структуры.

В зависимости от агротехнических и лесокультурных приёмов создания породы в защитных насаждениях произрастают не одинаково. Полезащитные лесные полосы на представлены насаждениями из ясеня, вяза, берёзы чистыми и смешанными по составу. Возраст их на момент обследования составлял от 13 до 36 лет. Размещение посадочных мест 2,5×0,7-1,0 м позволяет насаждениям достичь оптимальной высоты для защиты агротерриторий от неблагоприятных природных явлений. При этом искусственные линейные насаждения формируются только с учётом почвенных и гидрологических условий [5, 7]. Определённую закономерность имеет рост пород в зависимости от их расположения в структуре лесополос (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика роста древесных пород в разных рядах лесных полос

№ пр. пл.	Возраст, лет	Порода	Опушечные ряды		Центральные ряды		Различия, %	
			Средние				высоте	диаметру
			высота, м	диаметр, см	высота, м	диаметр, см		
6	36	Яз	13,0±0,283	16,2±0,293	13,8±0,147	15,7±0,195	6,2	3,1
7	19	Акб	15,3±0,207	26,7±0,411	16,9±0,231	23,7±0,385	10,4	12,6
8	16	Акб	12,8±0,172	18,2±0,313	11,3±0,245	15,4±0,136	13,2	18,1

Были изучены биометрические показатели роста акации белой по диаметру и высоте в различных частях поперечного профиля (пробн. площади 7, 8). Установлено, что опушечные ряды имеют более высокие показатели по диаметру, а центральные ряды по высоте. Разница по высоте составляет 10,4 - 13,2 %, диаметру 12,6 - 18,1%. Это можно объяснить тем, что данный вид растительности, при произрастании имеет различия в физиологических процессах в зависимости от места введения в культуру.

Кроме того были обследованы лесные полосы из ясеня зелёного (пробн. площадь 6). В ходе анализа собранных данных выявлено, что имеются различия в биометрических показателях так же в зависимости от местоположения породы. Опушечные ряды в возрасте 36 лет отстают в росте по высоте от центральных рядов на 6,2%, но превышают по диаметру на 3,1%.

По анализу модельных деревьев установлено, что средний прирост по высоте вяза обыкновенного на черноземе выщелоченном до возраста 30 лет составляет от 0,4 до 2,2 м/год, у ясеня зелёного от 0,3 до 1,6 м/год. На черноземе обыкновенном соответственно от 0,4 до 2,0 м/год и от 0,2 до 1,6 м/год.

Снижение активности роста у вяза обыкновенного на черноземе выщелоченном наблюдается в возрасте 16 лет, на черноземе обыкновенном в 12-14 лет.

Аналогичные замедления роста наблюдаются и у ясеня зелёного, на чернозёме выщелоченном это происходит с 12-14 лет, на обыкновенном с 10-12 лет.

Такую закономерность можно объяснить тем, что в черноземе обыкновенном более низкое содержание питательных элементов, а древесные породы в изученных лесных полосах являются достаточно влаголюбивыми. Ясень так же предпочитает почвы богатые кальцием, что свойственно черноземам выщелоченным.

В защитных насаждениях установлено, что увеличив площадь питания, мы получим более продуктивное насаждение, где отмечается улучшение сохранности и повышаются таксационные показатели. Наглядным примером могут служить лесные полосы, состоящие из 4-х и 2-х рядов из берёзы повислой в возрасте 13 лет с одинаковым размещением посадочных мест  $2,5 \times 0,8$  м, и густотой посадки 5000 шт./га, но при ширине 12,5 м и 5,0 м. В двухрядных лесных полосах выявлено, что показатели роста являются наибольшими. Различия в таксационных показателях составляет 6,7-10,3%. Сохранность насаждений оказалась выше в четырехрядных полосах, где разница составила 12%. В узких насаждениях с учётом ажурности кроны и малым количеством рядов была сформирована ажурно-продуваемая конструкция, которая является приемлемой для ветроломных вспомогательных лесных полос.

В лесополосах с подеревным смешением акации белой, клёна татарского, жимолости обыкновенной и берёзы повислой в возрасте 29 лет при размещении посадочных мест  $2,5 \times 1,0$  м сформировался состав 8Бп1Акб1Кт+Жо и такое насаждение имеет плотную структуру, высокую лесоводственно-мелиоративную оценку.

При подеревное смешение акации белой с ясенем зелёным и чистых рядов из берёзы повислой главная порода в возрасте 27 лет превосходит ясень по высоте на 5,0 м. Размещение посадочных мест  $2,5 \times 0,8$  м. В этом возрасте ясень имеет самую низкую сохранность. Такое насаждение образует ажурную структуру, где лесоводственно-мелиоративная оценка данного насаждения – 2 и в нём отмечается большой отпад деревьев ясеня.

Так же в лесоаграрном ландшафте была обследована полезащитная полоса в возрасте 33 лет из 6-ти рядов с размещением посадочных мест  $2,5 \times 0,7$  м с участием ясеня зелёного, вяза обыкновенного, берёзы повислой и клёна татарского. Самую низкую сохранность имеет

ясень и достигает ветрозащитной высоты 10,6 м. Лесоводственно-мелиоративная оценка данного насаждения низкая – 2, так как происходит отпад всех пород.

В лесоаграрных ландшафтах с увеличением количества искусственных защитных насаждений повышается площадь, находящаяся под их защитой, что приводит к росту показателей продуктивности ценозов (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от лесистости пашни, ц/га

Почвы, баллы	Полезащитная лесистость пашни, %							
	$\frac{0,25}{2,25}$	$\frac{0,50}{2,50}$	$\frac{0,75}{2,75}$	$\frac{1,00}{3,00}$	$\frac{1,25}{3,25}$	$\frac{1,80}{3,50}$	$\frac{1,75}{3,75}$	$\frac{2,00}{4,00}$
80	$\frac{29,8}{38,6}$	$\frac{33,3}{38,6}$	$\frac{35,3}{39,0}$	$\frac{36,8}{39,2}$	$\frac{37,9}{39,6}$	$\frac{38,0}{39,6}$	$\frac{38,4}{-}$	$\frac{38,4}{-}$

Урожайность пшеницы озимой при бонитете почвы 80 баллов при лесистости 0,5% равна 33,3 ц/га, лесистости 3,5% - 39,6 ц/га или на 15,9% больше. Прирост урожайности в среднем на 0,5% полезашитной лесистости пашни от 0,25 до 3,5% имеет следующее значение при бонитете почвы 80 баллов – 1,7 ц/га, что обобщенно и в среднем составляет 3,1 - 28,0%. Существенное различие в приросте урожайности по вышеприведенным сельскохозяйственным культурам не отмечается уже при показателях от 3,20 до 3,5% лесистости пашни. С учётом различной почвенной оценки и используемых сельскохозяйственных культур средний показатель полезашитной лесистости пашни, при котором не проявляется статистически различимых приростов урожайности, равен 3,25%, что позволит рассчитать объёмы лесомелиоративных работ.

### Заключение

Защитные насаждения выполняют роль экологического каркаса, изменяя микроклимат межполосных полей. Используемые древесные породы в условиях Россошанского района показывают вполне удовлетворительное состояние, обладают достаточным ростом, что предопределяет формирование ветрозащитной высоты в данных почвенно-гидрологических условиях. Наибольшим ростом по диаметру обладают экземпляры в опушечных рядах, наивысшей высотой растения в центральных рядах. В возрасте 10-16 лет на черноземе выщелоченном и обыкновенном у вяза обыкновенного и ясеня зелёного уже отмечается снижение энергии роста по высоте. Уменьшение количества рядов и ширины защитного насаждения приводит к увеличению сохранности и биометрических показателей роста. При увеличении облесенности пашни хозяйства района могут получить дополнительную прибавку в урожае сельскохозяйственных культур. При площади сохранившихся полезашитных лесополос 2009,6 га, полезашитная лесистость пашни равна 1,50%. Следовательно, площадь полезашитных насаждений должна составлять не менее 4354,1 га и для этого потребуются дополнительно лесомелиоративные работы на площади 2344,5 га.



### Список литературы

1. Агролесомелиорация : учебное пособие / под. ред. проф. П.Н. Проезда ; ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ».- Саратов, 2008. – 668 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
3. Дударев, А.Д. Методика и техника работ на пробных площадях / А.Д. Дударев, Н.В. Гладышева., А.Д. Лозовой; ВЛТИ. – Воронеж, 1978. – 80 с.
4. Михин, В. И. Формирование защитных лесных насаждений в Центральном Черноземье России / В. И. Михин, Е. А. Михина, В. В. Михина // Успехи современного естествознания. - 2018. - № 12-1. - С. 87-91.
5. Основы инженерной биологии с элементами ландшафтного проектирования : учебное пособие / под. ред. проф. Ю.И. Сухоруких. – Майкоп. – М. : Товарищество науч. изд. КМА, 2006. - 281 с.
6. Танюкевич, В. В. Продуктивность и мелиоративная роль лесных полос степных агролесоландшафтов : монография / В. В. Танюкевич. – Новочеркасск : Лик, 2012. – 175 с.
7. 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.
8. Santos, P.Z.F. Can agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem service provision in agricultural landscapes? A meta-analysis for the Brazilian Atlantic Forest. / P.Z.F. Santos, R. Crouzeilles, J.B.B. Sansevero // Forest Ecology and Management. -2019, V. 433, pp. 140-145.

### References

1. Agroforestry : textbook / under. ed. of prof. P.N. Proezdov; Saratov State Agrarian University. - Saratov, 2008. - 668 p.
2. Dospikhov, B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results) / B.A. Dospikhov. –M.: Agropromizdat, 1985. -351 p.
3. Dudarev, A.D. Methods and techniques for working on trial plots / A.D. Dudarev, N.V. Gladysheva, A.D. Lozovoy; VLTI. – Voronezh, 1978. – 80 p.
4. Mikhin, V. I. Formation of protective forest plantations in the Central Black Earth Region of Russia / V. I. Mikhin, E. A. Mikhina, V. V. Mikhina // Advances in modern natural science. - 2018. - No. 12-1. - pp. 87-91.
5. Fundamentals of engineering biology with elements of landscape design : textbook / ed. prof. Yu.I. Sukhorukykh. - Майкоп. – М.: Partnership scientific. ed. КМА, 2006. - 281 p.
6. Tanyukevich, V.V. Productivity and reclamation role of forest belts of steppe agroforestry landscapes : monograph / V.V. Tanyukevich. – Novocheerkassk: Lik, 2012. – 175 p.
7. Shatalov, V. G. Forest reclamation : 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. erased – Voronezh, 2020. – 220 p.
8. Santos, P.Z.F. Can agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem service provision in agricultural landscapes? A meta-analysis for the Brazilian Atlantic Forest / P.Z.F. Santos, R Crouzeilles, J.B.B. Sansevero // Forest Ecology and Management. -2019, V. 433, pp. 140-145.

**СЕКЦИЯ 5. ДЕКОРАТИВНОЕ ДРЕВОВОДСТВО И ПИТОМНИКОВОДСТВО**

DOI: 10.58168/FBFSNAP2024\_208-214

УДК 630\*232.32

**СПЕЦИФИКА ВЫРАЩИВАНИЯ САЖЕНЦЕВ ДЕКОРАТИВНЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ БЕЛАРУСИ**

Т.М. Бурганская, С.Э. Бенц

*Белорусский государственный технологический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Установлено, что из числа основных лесохозяйственных учреждений, занимающихся выращиванием посадочного материала декоративных древесных растений, наибольшее количество лесных питомников находятся на территории Северо-центрального и Западного, наименьшее – Северного и Южно-центрального районов интродукции для целей озеленения Республики Беларусь. Наиболее богатый состав видов и декоративных форм древесных растений представлен в ассортименте лесных питомников Брестского, Гродненского и Минского государственных производственных лесохозяйственных объединений. Не прослеживается специализации лесных питомников на выращивании посадочного материала древесных растений определенных групп декоративных пород. Во многих лесных питомниках Беларуси в настоящее время имеется хорошая материальная база, включающая современные средства механизации работ, крупные тепличные комплексы с регулируемым микроклиматом, а также специализированные площадки для выращивания посадочного материала в контейнерах. Определены направления совершенствования деятельности лесных питомников по выращиванию декоративного посадочного материала, в числе которых расширение состава выращиваемых пород, их сортов и декоративных форм на основе учета климатических условий района интродукции; освоение технологии производства привитого посадочного материала с закрытой корневой системой; повышение качества саженцев лиственных пород путем использования современных способов и приемов их формирования путем обрезки.

**Ключевые слова:** лесные питомники, саженцы декоративные древесные растения

**SPECIFICS OF GROWING SEEDLINGS OF ORNAMENTAL WOODY PLANTS  
IN FOREST NURSERIES IN BELARUS**

Т.М. Burhanskaya, S.Ed. Bents

*Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus*

**Abstract.** It was established that among the main forestry institutions engaged in the cultivation of planting material of decorative woody plants, the largest number of forest nurseries

are located on the territory. Introduction of the North-central and Western, the least – North and South-central districts for the purposes of greening of the Republic of Belarus. The richest composition of species and decorative forms of woody plants is presented in the range of forest nurseries of the Brest, Grodno and Minsk State Production Forestry Associations. There is no trace of specialization of forest nurseries in the cultivation of planting material of woody plants of certain groups of decorative breeds. Many forest nurseries in Belarus currently have a good material base, including modern means of mechanization of work, large greenhouse complexes with a regulated microclimate, as well as specialized sites for growing planting material in containers. Areas of improvement of the activities of forest nurseries for the cultivation of decorative planting material have been determined, including the expansion of the composition of cultivated breeds, their varieties and decorative forms based on the climatic conditions of the introduction area; mastering the technology of production of grafted planting material with a closed root system; improving the quality of hardwood seedlings by using modern methods and methods of their formation by pruning.

**Keywords:** forest nurseries, seedlings decorative, woody plants

### **Введение**

Потребность в посадочном материале декоративных древесных растений для целей зеленого строительства во многом определяет их ассортимент и ежегодные объемы работ в питомниках. В Республике Беларусь наблюдается тенденция увеличения объемов выращивания посадочного материала декоративных древесных растений на территориях лесных питомников лесохозяйственных предприятий, специализирующихся преимущественно на лесовосстановлении и лесоразведении, что определяет несомненную актуальность решения вопросов совершенствование их материальной базы; оптимизации соотношения различных видов посадочного материала, выращенного в открытом и защищенном грунте.

**Цель проведенных исследований** – выявить особенности выращивания посадочного материала декоративных древесных растений в лесных питомниках, расположенных на территории Республики Беларусь, и определить пути совершенствования их деятельности в данном направлении.

**Материал и методика исследования.** Исследования были направлены на выявление основных производителей посадочного материала декоративных древесных растений среди лесных питомников Республики Беларусь, анализ их деятельности в области подбора ассортимента и используемых технологических приемов выращивания саженцев декоративных пород. В научной работе использовали методы натуральных обследований и сопоставительного анализа собранных материалов.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Проведенные исследования показали, что в подавляющем большинстве лесных питомников Беларуси осуществляется выращивание посадочного материала для целей зеленого строительства.

Из числа основных лесохозяйственных учреждений, занимающихся выращивание саженцев декоративных древесных растений, наибольшее количество лесных питомников находятся на территории Северо-центрального и Западного, наименьшее – Северного и

Южно-центрального районов интродукции для целей озеленения Республики Беларусь. Северный район интродукции Республики Беларусь характеризуется наиболее суровыми природно-климатическими условиями (абсолютный минимум температур составляет  $-40^{\circ}\text{C}$ , а период вегетации – 180–188 дней). Северо-центральный район отличается несколько лучшими условиями по тепловому режиму для произрастания растений-интродуцентов. В Западном районе зима теплее и короче, чем в Южно-центральной зоне, хотя абсолютный минимум температур одинаков:  $-37^{\circ}\text{C}$ . Самым теплым является Южный район интродукции (абсолютный минимум температур составляет  $-36^{\circ}\text{C}$ , а период вегетации – 191–209 дней), что позволяет выращивать на его территории более широкий ассортимент растений-интродуцентов (таблица).

Таблица. Основные производители посадочного материала декоративных древесных растений среди лесных питомников Республики Беларусь [1, 2]

Район интродукции для целей озеленения Беларуси	Государственное производственное лесохозяйственное объединение	Лесохозяйственные учреждения
Северный	Витебское	Бегомльский, Верхнедвинский, Глубокский опытный, Дисненский, Лепельский, Лиозненский, Полоцкий, Россонский, Толочинский, Шумилинский лесхозы
Западный	Брестское	Барановичский лесхоз
	Гродненское	Волковысский, Гродненский, Ивьевский, Лидский, Новогрудский, Островецкий, Слонимский, Сморгонский опытный, Щучинский лесхозы
	Минское	Вилейский опытный, Воложинский, Клецкий, Молодеченский, Столбцовский опытный лесхозы
Северо-центральный	Минское	Березинский, Борисовский опытный, Крупский, Логойский, Минский, Пуховичский, Смолевичский, Узденский, Червенский лесхозы
	Могилевское	Бельничский, Бобруйский, Горецкий, Кличевский, Костюковичский, Краснопольский, Могилевский, Осиповичский опытный, Чаусский, Чериковский лесхозы
Южно-центральный	Гомельское	Жлобинский, Светлогорский лесхозы
	Минское	Копыльский, Любанский, Слуцкий, Старобинский, Стародорожский опытный лесхоз
	Могилевское	Бобруйский лесхоз
Южный	Брестское	Брестский, Ганцевичский, Дрогичеснский, Ивацевичский, Кобринский опытный, Лунинецкий, Пинский лесхозы
	Гомельское	Калинковичский, Милошевичский, Мозырский, Петриковский лесхозы

В целом видовой состав выращиваемых в лесных питомниках декоративных пород подобран с учетом природно-климатических условий районов интродукции, на территориях которых находятся лесные питомники. Например, лесной питомник Мозырского опытного

лесхоза расположен на территории Южного района интродукции и занимает площадь 18,3 га. В этом питомнике выращивают саженцы более 30 видов различных хвойных и лиственных деревьев и кустарников для использования в озеленении. Посадочный материал последних представлен саженцами с открытой корневой системой и в контейнерах. Объем выращивания декоративного посадочного материала составляет около 16 тыс. саженцев в год. В питомнике осуществляется апробация разработок ученых Института леса НАН Беларуси и Белорусского государственного технологического университета, включающая испытание новой техники, удобрений и ядохимикатов.

Вместе с тем, потенциальные возможности Западного, Южного и Южно-центрального районов интродукции в плане решения вопросов размножения и выращивания в лесных питомниках саженцев относительно теплолюбивых высокодекоративных древесных растений-интродуцентов (биота восточная, гледичия трехколючковая, катальпа бигнониелистная, скумпия кожевенная и др.) используются не в полной мере.

Наиболее богатый состав видов, сортов и декоративных форм древесных растений представлен в ассортименте лесных питомников Брестского, Гродненского и Минского государственных производственных лесохозяйственных объединений, что обусловлено наличием на территориях соответствующих областей крупных садовых центров и частных питомников декоративных растений, занимающихся реализацией не только отечественного, но и импортного посадочного материала.

В ассортименте большинства лесных питомников не прослеживается их специализации на выращивании посадочного материала древесных растений определенных групп декоративных пород (хвойные деревья и кустарники, декоративно-лиственные кустарники, красивоцветущие кустарники, лианы и др.). Вместе с тем в питомнике Борисовского опытного лесхоза занимаются преимущественным размножением и выращиваем декоративных хвойных пород и их садовых форм, а в питомнике Любанского лесхоза представлен богатый ассортимент видов, сортов и декоративных форм декоративно-лиственных и красивоцветущих кустарников.

В ассортименте декоративных пород лесных питомников практически отсутствуют привитые формы лиственных и хвойных деревьев, сортовые розы и сирени, представлен весьма ограниченный состав лиан (виды родов Актинидия, Девичий виноград, Жимолость, Лимонник).

Во большинстве лесных питомниках Беларуси в настоящее время имеется достаточно хорошая материальная база, включающая современные средства механизации работ, крупные тепличные комплексы с регулируемым микроклиматом, а также специализированные площадки для выращивания посадочного материала в контейнерах.

Размножение декоративных древесных растений осуществляется преимущественно семенами, зелеными и одревесневшими стеблевыми черенками. Прививками декоративных растений практически не занимаются. Заготовка репродуктивного посадочного материала проводится на территориях имеющихся в лесхозах маточных садов – дендрариев, дендропарков и мини-дендропарков, последние из которых созданы во многих лесничествах. К числу наиболее крупных относятся дендрарии Глубокского опытного лесхоза (более

500 таксонов древесных растений) и дендрологический сад С. А. Гомзы на территории национального парка «Нарочанский» (более 400 пород).

Посевы семян хвойных пород чаще всего проводят в условиях защищенного грунта. Так, в питомнике Глубокского опытного лесхоза под посевами хвойных лесобразующих пород в 2021 г. было занято 1,89 га, хвойных растений для целей озеленения – 0,07 га. Посев семян хвойных в пластмассовые кассеты с субстратом производится на линии шведской фирмы ВСС в условиях стационарной теплицы с контролируемым микроклиматом. В конце вегетационного периода подросший посадочный материал выносится из теплиц на поля доращивания, оборудованные поливочной системой. С укрытыми торцами кассеты с сеянцами зимуют. Раньше данную технологию применяли для выращивания ели европейской и сосны обыкновенной, но с 2020 г. и для выращивания сосны горной, ели колючей, пихты Нордмана и лиственницы европейской.

В этом же питомнике для черенкования используют теплицы, оборудованные подпочвенным обогревом и туманообразующей установкой. На дно кассет укладывается дренаж, затем субстрат из смеси торфа с перлитом. После посадки черенков, обработанных стимулятором «Корневин», кассеты выставляются в теплицы с туманообразующей установкой. Для зимнего черенкования с подогревом субстрата на дне культивационных гряд монтируют систему подогрева, поскольку черенки лучше укореняются при температуре субстрата на 3–6°C выше температуры воздуха. Температура воздуха в теплице днем составляет 20–27°C и ночью 16–21°C тепла. После появления корней кассеты переносят в теплицы с верхним поливом для дальнейшего выращивания и закаливания. При этом укореняемость черенков хвойных пород, заготовленных в феврале – марте, а также летом в период начала вторичного роста побегов, составляет 77% и более.

Значительную часть посадочного материала декоративных лиственных пород, как правило, выращивают в открытом грунте (посевное и школьное отделения). Так, в 2022 г. площадь открытого грунта постоянного лесного питомника Борисовского опытного лесхоза составляла 24,9 га, из которой под выращивание ели европейской было отведено 43,2%, сосны обыкновенной – 17,6%, декоративных лиственных пород – 3,7% площади; под паром находилось 35,5% площади.

Посадочного материала декоративных форм и сортов наиболее ценных декоративных пород обычно доращивают до реализации не в открытом грунте, а в контейнерах. Основную часть посадочного материала, выращиваемого по контейнерной технологии в лесных питомниках, как правило, составляют хвойные растения. Например, в питомнике Любанского лесхоза в 2018 г. около 72,0% реализуемых в контейнерах саженцев декоративных растений составляют хвойные деревья и кустарники. В питомнике Борисовского опытного лесхоза в 2022 г. саженцы с закрытой корневой системой были представлены 28 таксонами, в числе которых преимущественно формы хвойных пород, кроме трех видов лиственных кустарников (айва японская, вейгела гибридная, магония падуболистная).

В питомниках в целом успешно решаются вопросы полива, подкормки и защиты декоративных древесных растений, обеспечивается механизированный уход за почвой в посевном, школьном отделениях и на паровых полях, борьба с сорной растительностью,

включающая использование гербицидов. Так, по договору с Двинской экспериментальной лесной базой Института леса НАН Беларуси сотрудники питомника Глубокского опытного лесхоза имеет право использовать незарегистрированные в республике гербициды для испытаний их действий с целью дальнейшей регистрации на территории Беларуси. Для борьбы с сорняками на паровом поле используют Торнадо-500 (3,5 л/га). Через три недели производят культивацию пара. После посева вносится Гоал-2Е (2 л/га). В начале июня проводят обработку смесью гербицидов Гранд, Тамерон (30 г/га) и Зелек-супер (0,7 л/га).

Несмотря на использование современных технологических приемов выращивания посадочного материала декоративных пород, в питомниках недостаточное внимание уделяется вопросам формирования саженцев лиственных деревьев и кустарников (посадка кустарников на пень; воспитания штамба деревьев в толщину, стимулирование его роста в высоту; закладка однолетней и формирование двулетней кроны деревьев), результатом чего зачастую является однобокость крон, слабо выраженное ветвление крон деревьев и надземной части кустарников лиственных пород.

Поступающий в реализацию выращенный в лесных питомниках посадочный материал декоративных пород с открытой корневой системой обычно пригоден для создания на объектах озеленения только массовых посадок (преимущественно группы и живые изгороди). Так, в 2021 г. в питомнике Глубокского опытного лесхоза средневзвешенный выход стандартного посадочного материала декоративных пород составил 2195 тыс. шт./га. Выращиванием крупномерных саженцев в открытом грунте, реализуемых в соответствии с действующими стандартами с земляных комом, лесные питомники, как правило, не занимаются. В некоторых питомниках (Глубокский опытный лесхоз и др.) практикуют выращивание относительно небольших саженцев декоративных хвойных пород в контейнерах не только объемами 1–5 л, но и крупномерных растений в контейнерах больших размеров (7,5–12 л).

Для реализации населению в лесных питомниках часто используется достаточно мелкий посадочный материал, обычно продаваемый по невысокой цене, что делает его доступным для покупателя в отличие от зачастую дорогостоящих импортных среднерослых или крупномерных саженцев, реализуемых в контейнерах в крупных садовых центрах на территории республики.

### **Выводы**

Выращиванием посадочного материала декоративных древесных растений на территории Республики Беларусь в последние годы активно занимаются многие лесные питомники. Актуальными направлениями совершенствования их деятельности на ближайшие годы являются расширение состава выращиваемых пород, их сортов и декоративных форм; освоение технологии производства привитых саженцев с закрытой корневой системой; повышение качества посадочного материала лиственных пород путем использования современных способов и приемов формирования растений путем обрезки.

**Список литературы**

1. Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/blr201621>.
2. Сидорович Е. А., Гаранович И. М., Чаховский А. И. Ассортимент декоративных деревьев и кустарников для зеленого строительства Беларуси и рекомендации по оптимизации условий выращивания сеянцев. – Минск: Тэхналогія, 1996. – 62 с.

**References**

1. The Ministry of Forestry of the Republic of Belarus: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/blr201621>.
2. Sidorovich E. A., Garanovich I. M., Shakhovskoy A. I. Assortment of ornamental trees and shrubs for green construction in Belarus and recommendations on optimizing the conditions for growing seedlings. – Minsk: Tehnalogiya, 1996. – 62 p.



## ДЕКОРАТИВНАЯ ОЦЕНКА ЛИСТВЕННЫХ КУСТАРНИКОВ

М.С. Зимарин, М.В. Кочергина

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

**Аннотация.** Важнейшим компонентом современного культурного ландшафта являются кустарники. Они высоко ценятся в озеленении общественных пространств и незаменимы при создании эффектных и устойчивых композиций на объектах индивидуальной застройки. Актуальность настоящих исследований обусловлена повышенным интересом населения к различным группам декоративных кустарников, как к средству создания выразительного ландшафта. В работе представлены результаты изучения ассортимента кустарников семейства Rosaceae Juss., которые наиболее популярны в современном ландшафтном дизайне. Повышенный интерес к данным растениям обусловлен их высокими декоративными свойствами в совокупности с умеренными требованиями к почвенно-климатическим факторам, зимостойкостью и морозоустойчивостью в условиях Воронежской области. Виды, представленные в исследованиях, относятся к группам красивоцветущих, декоративно лиственных и декоративно плодных кустарников. У многих из них эти качества сочетаются. К важнейшим декоративным признакам растений относится форма их надземной части, которая во многом определяется системой ветвления побегов. Различные системы построения кроны позволяют нам воспринимать растительные объекты объёмно, подобно геометрическим телам. В исследованиях представлены кустарники с округлыми, раскидистыми, подушковидными, зонтиковидными, полусферическими плотными или ажурными кронами. Биоэкологические особенности и комплекс декоративных качеств позволяют использовать рассматриваемые растения в одиночных и рядовых посадках, ландшафтных группах, для создания опушек, ремизных посадок, живых изгородей, в качестве фона или акцентов в цветниках.

**Ключевые слова:** ассортимент кустарников, декоративно лиственные виды, декоративно плодные виды, красивоцветущие виды, ландшафтная архитектура.

## DECORATIVE ASSESSMENT OF DECIDUOUS SHRUBS

M.S. Zimarin, M.V. Kochergina

*Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov,  
Voronezh, Russia*

**Abstract.** Shrubs are the most important component of the modern cultural landscape. They are highly appreciated in landscaping public spaces and are indispensable in creating spectacular

and sustainable compositions on individual development sites. The relevance of these studies is due to the increased interest of the population in various groups of ornamental shrubs as a means of creating an expressive landscape. The paper presents the results of studying the assortment of shrubs of the Rosaceae Juss., which are most popular in modern landscape design. The increased interest in these plants is due to their high decorative properties in combination with moderate requirements for soil and climatic factors, winter hardiness and frost resistance in the conditions of the Voronezh region. The species presented in the research belong to the groups of beautifully flowering, decorative deciduous and decorative fruiting shrubs. Many of them combine these qualities. The most important decorative features of plants include the shape of their aboveground part, which is largely determined by the branching system of shoots. Various crown construction systems allow us to perceive plant objects in a three-dimensional way, like geometric bodies. The research presents shrubs with rounded, spreading, cushion-shaped, umbrella-shaped, hemispherical dense or openwork crowns. Bioecological features and a complex of decorative qualities make it possible to use the plants in question in single and row plantings, landscape groups, to create edges, miniature plantings, hedges, as a background or accents in flower beds.

**Keywords:** an assortment of shrubs, decorative deciduous species, decorative fruit species, beautiful flowering species, landscape architecture.

### **Введение**

Важнейшим компонентом современного культурного ландшафта являются кустарники. Они обладают достаточно продолжительным периодом жизни и при этом быстро и легко формируются. В связи с этим кустарники высоко ценятся в озеленении общественных пространств, они незаменимы при создании эффектных и устойчивых композиций на объектах индивидуальной застройки [3, 6]. Особый интерес для ландшафтных дизайнеров представляют декоративные виды и сорта местных и интродуцированных кустарников, позволяющие обогатить архитектурный облик садово-паркового объекта.

**Цель исследования** – изучить видовое и сортовое разнообразие посадочного материала лиственных кустарников, наиболее востребованных в ландшафтном дизайне города Воронежа и области. Для достижения поставленной цели предполагалось решение следующих задач: определение видов, декоративных форм и сортов кустарников; оценка их декоративных особенностей.

Актуальность настоящих исследований обусловлена повышенным интересом населения к такой группе растений, как декоративные кустарники, которые являются наиболее универсальным средством создания выразительного ландшафта [2,4].

**Материал и методы исследования.** Объектами исследований являлись декоративные кустарники, реализуемые питомниками и садовыми центрами города Воронежа. Согласно требованиям ГОСТ Р 59370-2021, в зависимости от возраста все кустарниковые растения делят на саженцы кустарников и кустарники. Саженцами кустарников называют молодые окрепшие растения, минимум двухлетние, пересаженные, с минимальным количеством ветвей. Кустарники – растения с несколькими одревесневшими многолетними равноценными вертикальными ветвями, растущими от основания [2].

Для достижения поставленных цели и задач была проведена инвентаризация растений, в ходе которой определяли их видовую (сортовую) принадлежность и декоративные характеристики [4, 5].

**Результаты исследования и их обсуждение.** В систематическом отношении ассортимент изучаемых листовых кустарников представлен видами, гибридами и сортами семейства Розоцветные (Rosaceae Juss.). В таблице отражены результаты изучения их сортового разнообразия и декоративных особенностей.

Таблица. Декоративные особенности кустарников

Название растения		Декоративные особенности	
вид	сорт	форма кроны	цвет листьев
Арония черноплодная ( <i>Aronia melanocarpa</i> )	-	Округлая, плотная, компактная	Зелёный
Арония красная ( <i>Aronia arbutifolia</i> )		Широкораскидистая	Зелёный, позже жёлтый, осенью бордовый
Арония красная	Brilliant	Раскидистая	Зелёный, позже жёлтый, осенью бордовый
Ирга круглолистная ( <i>Amelanchier ovalis</i> )	-	Раскидистая	Зелёный
Ирга канадская ( <i>Amelanchier canadensis</i> )	-	Широкая, зонтиковидная	При распускании медный, затем зелёный, осенью пурпурный
Ирга ольхолистная ( <i>Amelanchier alnifolia</i> )	-	Среднераскидистая	Зелёный, осенью ярко- жёлтый
Ирга ольхолистная	Thiessen	Широкая, зонтиковидная	Тёмно-зелёный, позже багряный
Кизильник блестящий ( <i>Cotoneaster lucidus</i> )	-	Плотная, компактная	Тёмно-зелёный, осенью пурпурный
Кизильник горизонтальный ( <i>Cotoneaster horizontalis</i> )	-	Распростёртая, горизонтальная	Тёмно-зелёный, осенью пурпурный
Боярышник перистонадрезанный ( <i>Crataegus pinnatifida</i> )	-	Раскидистая, Ажурная	Ярко-зелёный, осенью оранжевый
Боярышник перистонадрезанный	Мао-Мао	Компактная, Кустовидная	Ярко-зелёный, осенью алый
Пузыреплодник калинолистный ( <i>Physocarpus opulifolius</i> )	-	Полушаровидная	Зелёный, осенью бронзовый
Пузыреплодник калинолистный	Diabolo	Раскидистая	Тёмно-пурпурный
Пузыреплодник калинолистный	Luteus	Раскидистая	При распускании жёлтый, летом зелёный, осенью золотистый
Лапчатка кустарниковая ( <i>Potentilla fruticosa</i> )	-	Округлая	Сизовато-зелёные
Лапчатка кустарниковая	Mount Everest	Подушковидная	Тёмно-зелёный
Лапчатка кустарниковая	Lovely Pink	Полусферическая	Светло-зелёный

Спирея берёзолистная ( <i>Spiraea betulifolia</i> )	-	От компактной до широкой	Зелёный, осенью оранжево-пурпурный
Спирея берёзолистная	Tor Gold	Шаровидная Компактная	Жёлто-зелёный, с красноватым оттенком при распускании, осенью оранжевый
Спирея серая ( <i>Spiraea ×cinerea</i> )	-	Ширококораскидистая	Серовато-зелёный, осенью золотистый
Спирея серая	Grefsheim	Ширококораскидистая	Серовато-зелёный, осенью золотистый
Спирея японская ( <i>Spiraea japonica</i> )	-	Шаровидная	Зелёный
Спирея японская	Golden Princess	Округлая, Компактная	Жёлтый
Спирея японская	Little Princess	Плотная, компактная, округлая или подушковидная	Тёмно-зелёный, осенью охряные
Спирея японская	Magnum Rose	Округлая	Красноватые при распускании, летом зелёные, осенью оранжевые

Представленные растения относятся к 7 родам, в перечень входят 12 видов, 1 гибрид и 12 сортов. Повышенный интерес к данным растениям обусловлен их высокими декоративными свойствами в совокупности с умеренными требованиями к почвенно-климатическим условиям, зимостойкостью и морозоустойчивостью в условиях Воронежской области, устойчивостью к загазованности воздуха. Многие из них успешно поддаются стрижке и формировке, что значительно расширяет возможности их применения на объектах ландшафтной архитектуры.

Виды, представленные в исследованиях, относятся к группам красивоцветущих, декоративно лиственных и декоративно плодных кустарников. У многих из них эти качества сочетаются.

Главная ценность красивоцветущих кустарников заключается в их способности наделять садовый объект яркими красками и ароматами. Почти всегда при выборе ассортимента особенности цветков являются решающей декоративной деталью. Помимо эстетических преимуществ, цветки являются источниками биологически активных веществ – фитонцидов, которые у многих растений обладают saniрующим действием на окружающую среду и положительно влияют на организм человека. К красивоцветущим кустарникам в наших исследованиях в той или иной мере относятся все рассматриваемые растения.

Вместе с тем на декоративный облик кустарников значительное влияние оказывают форма, размеры, цвет и расположение листьев на побегах. Декоративно лиственные виды привлекательны для ландшафтного дизайнера необычной формой или окраской листьев. У одних растений цвет листьев может быть отличным от зелёных тонов в течение всей вегетации, листья других растений меняют окраску по сезонам. Многие сорта кустарников

отличаются пёстролистной окраской. К наиболее декоративно листовым растениям можно отнести кизильники, сорта пузыреплодника, боярышника и ирги.

Обращают на себя внимание кустарники с плодами, имеющими необычную форму, окраску, размеры, а также являющимися съедобными для человека или птиц. Эстетическую ценность такие растения имеют в летне-осенний период, особенно в сочетании с изменяющейся окраской листьев. Среди них ирга, кизильники, арония, боярышник.

К важнейшим декоративным признакам растений можно отнести форму их надземной части, которая во многом определяется системой ветвления побегов. Различные системы построения кроны позволяют нам воспринимать растительные объекты объёмно, подобно геометрическим телам. В исследованиях представлены кустарники с округлыми, раскидистыми, подушковидными, зонтиковидными, полусферическими плотными или ажурными кронами.

Несмотря на то, что все представленные растения являются листопадными, некоторые из них сохраняют декоративность в осенне-зимний и ранневесенний период благодаря необычной окраске и форме побегов. Среди них ирга, пузыреплодники, спиреи.

### **Заключение**

Таким образом, биоэкологические особенности и комплекс декоративных качеств позволяют использовать рассматриваемые растения в одиночных и рядовых посадках, ландшафтных группах, для создания опушек, ремизных посадок, живых изгородей, в качестве фона или акцентов в цветниках.

### **Список литературы**

1. Гаранович, И. М. Древесно-кустарниковые растения с декоративными плодами для озеленения / И. М. Гаранович // Ботанические сады в современном мире. – 2023. – № 3. – С. 55–57.
2. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 59370-2021 Посадочный материал декоративных растений. – М.: Стандартиформ, 2021. – 43 с.
3. Павленкова, Г. А. Таксономический и хорологический анализ красивоцветущих кустарников дендрария ВНИИСПК / Г. А. Павленкова, О. Ю. Емельянова // Современное садоводство. – 2021. – №3. – С. 20 – 30.
4. Полякова, Н. В. Декоративные кустарники в ландшафтных композициях / Н. В. Полякова, Ф. К. Мурзабулатова // Hortus bot. – 2017. – Т. 12, прил. II. Адрес URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4128>.
5. Сапелин, А. Ю. Атлас-определитель. Декоративные деревья и кустарники / А. Ю. Сапелин, А. И. Лысиков, Ю. А. Баженов. – Москва : Фитон XXI, 2017. – 240 с.
6. Сунгурова, Н. Р. Кустарники в ландшафтной архитектуре городов Приарктического региона / Н. Р. Сунгурова // Материалы Всероссийской научная конференция «Достижения науки и технологий-ДНиТ-2021». – 2021. – №2. – С. 8–12.

## References

1. Garanovich, I.M. Arboreal and shrubby plants with decorative fruits for landscaping / I.M. Garanovich // Botanical gardens in the modern world. – 2023. – No. 3. – pp. 55-57.
2. The national standard of the Russian Federation GOST R 59370-2021 Planting material of ornamental plants. – M.: Standartinform, 2021. – 43 p.
3. Pavlenkova, G.A. Taxonomic and chorological analysis of the beautifully flowering shrubs of the VNIISPK arboretum / G.A. Pavlenkova, O.Y. Yemelyanova // Modern horticulture. – 2021. – №3. – Pp. 20-30.
4. Polyakova, N. V. Decorative shrubs in landscape compositions / N. V. Polyakova, F. K. Murzabulatova // Hortus bot. – 2017. – Vol. 12, appendix II. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4128>.
5. Sapelin, A.Y. Atlas-determinant. Decorative trees and shrubs / A. Yu. Sapelin, A. I. Lysikov, Yu. A. Bazhenov. – Moscow: Phytion XXI, 2017. – 240 p.
6. Sungurova, N.R. Shrubs in the landscape architecture of cities in the Arctic region / N.R. Sungurova // Materials of the All-Russian scientific conference "Achievements of science and technology-DNiT-2021". – 2021. – №2. – Pp. 8-12.

## ОПЫТ ПЕРЕСАДКИ КРУПНОМЕРНЫХ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В ПИТОМНИКЕ ФГБУ «ВНИИЛГИСБИОТЕХ»

О.В. Комарова, В.Ф. Шипилова

*ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех», г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** В статье рассматривается опыт и особенности посадки и пересадки крупномерных древесных и кустарниковых растений с закрытой корневой системой и из открытого грунта. Крупномеры выбраны объектом исследования благодаря их высокой практической ценности: посадка таких саженцев экономит время выращивания и затраты на уход, так как растения обладают высокой конкурентоспособностью. В статье обобщен и проанализирован многолетний опыт работы питомника ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех» в Воронежской области. Рассмотрены наиболее приемлемые в нашей зоне способы посадки и пересадки растений с различной формой упаковки корневой системы. К преимуществам выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой относится простота их пересадки, высокая приживаемость, возможность проводить работы в любое время года, к достоинствам же открытой корневой системы относятся меньшие затраты на выращивание саженцев, при этом их пересадка требует больших усилий и навыков. Проанализированы преимущества и недостатки наиболее часто применяемых практик пересадки и транспортировки растений. Проведен анализ приживаемости растений после высадки их на постоянную площадь. Выделены наиболее эффективные приемы выполнения работ по пересадке растений.

**Ключевые слова:** выращивание, древесные растения, крупномеры, пересадка, приживаемость

## EXPERIENCE IN TRANSPLANTING LARGE-SIZED WOODY AND SHRUBBY PLANTS IN THE NURSERY OF FGBI "VNIILGISBIOTECH"

O.V. Komarova, V.F. Shipilova

*All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology,  
Voronezh, Russian Federation*

**Abstract.** The article examines how the employees of the All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology (Voronezh, Russian Federation) plant and replant large-sized trees and shrubs. The plants are cultivated both in containers and in open-ground. Large-

sized plants are chosen due to their high practical value: their use helps to save growing time and maintenance costs, since they are highly competitive. The article summarizes and analyzes the best methods of planting and transplanting these plants in Voronezh region. The advantages of plants in containers include the simplicity of their transplantation, high survival rate, the ability to transplant them at any time of the year. The advantages of growing them in open ground include lower cultivation costs, while their transplantation requires more effort and skills. The paper also analyses advantages and disadvantages of the commonly used practices of plant reproduction, transplantation and transportation and offers the analysis of plant survival after their transplantation. As a result it makes the conclusion about the most effective plant transplantation methods.

**Keywords:** cultivation, large-sized plants, replanting, survivability, woody plants

### **Введение**

Для озеленения и благоустройства городов широко используется крупномерный посадочный материал, то есть взрослые деревья и кустарники высотой, как правило, от 1,5 м, выращенные в питомнике, которые обладают рядом важных преимуществ. Прежде всего, выбор таких растений помогает сэкономить время выращивания и в минимальный срок создать нужный ландшафт [2]. Кроме того, крупномерный посадочный материал более конкурентоспособен в борьбе с другими (малоценными) породами и устойчив к болезням и вредителям. Крупномерные саженцы не требовательны к уходу после посадки, не нуждаются в рыхлении и уничтожении травянистой растительности [1]. Поскольку пересадка таких растений обычно требует больших усилий, часто — специальной техники, навыков и учета множества нюансов [3], мы решили посвятить данное исследование пересадке крупномерных саженцев в условиях Воронежской области, опираясь на накопленный многолетний опыт подобных работ в питомнике ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех».

**Цель исследования** – изучить особенности перенесения крупномерных растений как из открытого грунта, так и с закрытой корневой системой (ЗКС) на постоянную площадь, выявить наиболее эффективные приемы их пересадки, позволяющие достичь максимальной приживаемости.

**Материал и методы исследования.** Для изучения особенностей выращивания и пересадки крупномерных растений мы в течение 10 лет проводили наблюдения за саженцами таких растений в питомнике ФГБУ «ВНИИЛГИСбиотех» в Воронеже. Крупномерные саженцы выращиваются в питомнике как в открытом грунте, так и с закрытой корневой системой и распространяются по паркам, садам, приусадебным участкам, внедряются в лесокультурную и озеленительную практику города и области. В ходе работы были описаны выявленные особенности выращивания таких растений, описаны методы пересадки и проанализирована приживаемость растений на постоянной площади.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Исследование выявило ряд особенностей пересадки крупномерного посадочного материала, учет которых позволяет повысить его приживаемость.

Установлено, что в случае с саженцами размером от 150 см посадка с земляным комом дает хорошие результаты по приживаемости. Для наилучших показателей ком должен быть прочным и твердым, сохраняющим целостность до посадки. Размер кома должен



соответствовать габитусу и размерам растения, а также почвенным условиям, в которых растение произрастало. Растения с небольшим земляным комом упаковываются в полиэтиленовые пакеты (например, туя). При высадке такие растения вынимаются из пакета.

Выкопка и посадка растения с комом возможны только до начала и после окончания вегетации. Весной посадку следует проводить после оттаивания почвы и до распускания почек, т.е. в течение 10-15 дней, а осенью — с начала сентября и до устойчивых заморозков, так как в осенний период жизненные процессы растения приостанавливаются, начинается подготовка к зиме, позже земля замерзает и производство работ слишком трудоемко и дорого. Для хвойных растений предпочтительнее весенняя посадка, лиственные же можно сажать и весной, и осенью.

При пересадке крупномеров работы проводятся по классической схеме:

- формирование кома, в результате чего, все-таки происходит незначительное повреждение корневой системы;

- обвязка растения с земляным комом мешковиной (рис. 1). Эта процедура препятствует разрушению самого кома и повреждению корней. Сетка используется для растений, высота которых превышает 2 м. Пересадку таких растений необходимо проводить быстро, так как земляной ком у них быстро пересыхает, что может повлиять на процент приживаемости.



Рисунок 1 - Обвязка растения с земляным комом мешковиной

- извлечение дерева из ямы, погрузка его в транспорт (рис. 2). Обычно дерево перевозят не в вертикальном положении, а горизонтально;



Рисунок 2 – Транспортировка растения с земляным комом

– выгрузка на место посадки. Если ком земли не будет хорошо упакован, то он может развалиться и повредить корневую систему.

– посадка растения. После посадки грунт утрамбовывают, не касаясь кома. Затем ставят растяжки и поливают.

В ходе исследования мы выработали оптимальные приемы посадки. Так, например, рекомендуемый нами диаметр подготовленной к посадке ямы должен быть на одну ладонь больше диаметра кома. Глубина посадки не должна превышать исходную глубину выращивания растения. При подготовке ямы снимается дернина и вынимается верхний слой почвы. Отдельно вынимается нижний слой, отличающийся цветом и своими механическими свойствами. Дно ямы подготавливается рыхлением, на него укладывается измельченный плодородный слой почвы вместе с дерниной. Саженец опускается на дно, важно при этом не заглублять корневую шейку, снимается обвязка из сетки. При этом мешковину лучше оставить, она легко перегнивает, а попытки ее снять могут привести к разрушению кома земли. Саженец выравнивают вертикально и засыпают заранее подготовленной землей, попутно утрамбовывая. Высаженное растение нужно укрепить растяжками: обычно в качестве опор используют три колышка, к ним подвязывают саженец. Спустя год растения укореняются, и растяжки можно снять. По окружности ямы после посадки следует поднять края почвы в виде валика для удерживания влаги при поливе.

Также в питомнике «ВНИИЛГИСбиотех» выращиваются саженцы с ЗКС, т.е. растения, изначально посаженные в емкости, либо подрощенные в грунте и затем укоренные в контейнерах. Ежегодно, по мере роста и развития саженца, его пересаживают в контейнер большего размера. При этом корневая система не повреждается, добавляется питательный грунт, что позволяет растению быстрее развиваться.

Преимущество саженцев с ЗКС — возможность высадки их в любой вегетационный период, даже зимой, при которой сохраняются даже корневые волоски, лучшая приживаемость [4]. В отношении времени высадки мы рекомендуем вечернее время при высадке в летний период во избежание стресса от пересадки.

Приобретенный поздней весной или даже летом посадочный материал в контейнере за оставшееся до осени время успевает укорениться и подготовиться к зиме должным образом, вероятность хорошо перезимовать у него существенно выше. При посадке растения с закрытой корневой системой технология та же, что и с комом. Прежде чем пересадить растение из контейнера в яму, его необходимо полить и дать чуть подсохнуть. Затем растение аккуратно извлекается из контейнера и опускается в посадочную яму. Период адаптации после высадки — порядка одного месяца.

Растения с ЗКС в питомнике ВНИИЛГИСбиотех хорошо развиваются, цветут (рис.3).



Рисунок 3 – Цветение рододендрона японского в контейнерах

### **Заключение**

Несмотря на то, что и в случае посадки растений с закрытой корневой системой, и в случае посадки растений с комом земли, приживаемость, по нашим данным, стопроцентная, мы рекомендуем выращивать саженцы с закрытой корневой системой, так как процедура пересадки крупномеров с комом земли очень затратна и требует специальной техники и высококвалифицированного исполнения.

### **Список литературы**

1. Дручинин Д.Ю. Проблема определения понятия «крупномерный посадочный материал» в озеленительной практике // Лесохозяйственная информация. – 4. – 2018. – С. 47-54.

2. Жуков Ф.Ф. Применение крупномеров в городском озеленении. Сборник материалов XX Международного научно-практического форума. Проблемы озеленения крупных городов". – 2018. – С. 149-151

3. Лаврова О.П. Приживаемость крупномерного посадочного материала в условиях городской среды / Лаврова О.П., Шадрина И.А., Ключкина С.С. // Ландшафтная архитектура и дизайн архитектурной среды. Материалы XIII научно-практической конференции: сборник трудов Нижегород. гос. архитектур.-строит. ун-т. – Н. Новгород: ННГАСУ. –2017. – 88 с.

4. Трегубов О.В. Опыт создания лесных культур с закрытой корневой системой в зарубежных странах / Трегубов О.В., Лактионов А.П., Мизин Ю.А. [и др.] // Астраханский вестник экологического образования. – 2022. – № 4(70). – С. 179-189. – DOI 10.36698/2304-5957-2022-4-179-189.

### References

1. Druchinin D.Yu. The problem of an official definition of the "large-sized planting material" in landscaping. Forestry information. – 4. – 2018. – P. 47-54.

2. Zhukov F.F. The use of large-sized planting material in urban landscaping. Collection Compendium of the XX International Scientific and Practical Forum. Problems of urban landscaping. – 2018. – P. 149-151

3. Lavrova O.P. The survival rate of large-sized planting material in an urban environment / Lavrova O.P., Shadrina I.A., Klyukina S.S. // Landscape architecture and architectural environment design. Materials of the XIII scientific and practical conference: collection of works of Nizhny Novgorod State University of Architecture and Civil Engineering: NNGASU. –2017. – 88 p.

4. Tregubov O.V. The international experience of creating forest plantations using containerized seedlings in different countries / Tregubov O.V., Laktionov A.P., Mizin Yu.A. [et al] // Astrakhan Bulletin of Environmental Education. – 2022. – № 4(70). – P. 179-189. – DOI 10.36698/2304-5957-2022-4-179-189.

## ОЦЕНКА СОРТОВ ЯБЛОНИ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ПОЛЕЗНЫМ ПРИЗНАКАМ И СВОЙСТВАМ

Р.Г. Ноздрачева, А.Д. Еремеев

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Яблоня – распространенная культура на территории России. Плоды содержат сахара, витамины, органические кислоты, дубильные вещества. Яблоки способны долго храниться без потери вкуса, они пригодны к употреблению в пищу круглый год благодаря наличию летних, осенних и зимних сортов.

В современных условиях эффективное садоводство немислимо без применения интенсивных ресурсосберегающих технологий и сортов. Технология интенсивного сада включают комплекс взаимосвязанных операций, основу которых составляют: сорт, сертифицированный посадочный материал и технические средства для его возделывания.

Одним из путей интенсификации садоводства является применение слаборослых подвое, на которых деревья формируются невысокие, малообъемные кроны. Интенсивные сады наиболее полно реализуют потенциал продуктивности плодовых деревьев.

Для проведения исследования в ЗАО «Агрофирма им. 15 лет Октября» выбраны сорта яблони, которые отличаются сроком созревания: Лигол (контроль) привитый на районированный подвой Б-9 и интродуцированные сорта: Хонейкрисп, Лигол Ред, Эмпайр, Пирос, Глостер, Ред Пинова, Кинг Роат и Арника, привитые на клоновый подвой М-9. Сад посажен в 2018 году по схеме посадки деревьев 4х1м с залужением междурядий

Показатели роста и развития деревьев яблони изменялись в зависимости от сортовых особенностей: диаметр штамба в зависимости от биологических особенностей изменялся от 3,5 см у сорта Кинг Роат, до 5,5 см у сортов Глостер и Арника. Длина однолетних побегов варьировала от 30 см у сорта Кинг Роат до 60 см у сорта Ред Пинова. Минимальный диаметр кроны отмечен у сорта Кинг Роат (1,0 м), максимальный – у сортов Лигол (к), Лигол Ред, Пирос и Глостер и равна 1, 8 м. Наибольшая площадь листовой пластинки у сорта Глостер, а наименьшая – у сорта Кинг Роат. Наибольшая масса плода у сортов Лигол (300г), Лигол Ред (265г) и Глостер (265 г), а наименьшая - у сортов Арника Ред Пинова и Эмпайр (150-165 г). Урожайность сортов яблони в 2022 г. составляла от 9,6 т/га у сорта Кинг Роат, до 28,5 т/га у сорта Ред Пинова; урожайность в 2023 г. изменялась от 28, т/га у сорта Кинг Роат, до 64,9 т/га – у Ред Пинова.

**Ключевые слова:** яблоня, сорта, подвои, рост и развитие, урожайность.

## EVALUATION OF APPLE VARIETIES BY ECONOMICALLY USEFUL CHARACTERISTICS AND PROPERTIES

R.G. Nozdracheva, A.D. Yeremeyev

*Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russia*

**Abstract.** Apple tree is a common crop in Russia. The fruits contain sugars, vitamins, organic acids, and tannins. Apples can be stored for a long time without loss of taste; they are suitable for eating all year round due to the presence of summer, autumn and winter varieties.

In modern conditions, effective gardening is unthinkable without the use of intensive resource-saving technologies and varieties. Intensive garden technology includes a set of interrelated operations, the basis of which is: a variety, certified planting material and technical means for its cultivation.

One of the ways to intensify gardening is to use low-growing rootstocks, on which trees form low, low-volume crowns. Intensive gardens most fully realize the productivity potential of fruit trees.

To conduct research at CJSC Agrofirma im. 15 years of October" selected apple tree varieties that differ in ripening period: Ligol (control) grafted onto a zoned rootstock B-9 and introduced varieties: Honeycrisp, Ligol Red, Empire, Piros, Gloster, Red Pinova, King Roat and Arnica, grafted onto a clonal rootstock M-9. The garden was planted in 2018 according to a 4x1m tree planting scheme with grassed row spacing

The growth and development indicators of apple trees changed depending on the varietal characteristics: the diameter of the trunk, depending on the biological characteristics, varied from 3.5 cm in the King Roat variety to 5.5 cm in the Gloucester and Arnica varieties. The length of annual shoots varied from 30 cm in the King Roat variety to 60 cm in the Red Pinova variety. The minimum crown diameter was observed in the King Roat variety (1.0 m), the maximum in the Ligol (k), Ligol Red, Piros and Gloster varieties and was equal to 1.8 m. The largest leaf blade area was in the Gloster variety, and the smallest in the Gloster variety King Roath. The largest fruit weight is in the Ligol (300g), Ligol Red (265g) and Gloster (265g) varieties, and the smallest in the Arnica Red Pinova and Empire varieties (150-165g).

The yield of apple varieties in 2022 ranged from 9.6 t/ha for the King Roat variety to 28.5 t/ha for the Red Pinova variety; the yield in 2023 varied from 28 t/ha for the King Roat variety to 64.9 t/ha for Red Pinova.

**Key words:** apple tree, varieties, rootstocks, growth and development, productivity.

### **Введение**

Возделывание плодовых культур играет важное значение для экономики [1]. Яблоня является одной из самых распространенных культур на территории Российской Федерации, что обусловлено биохимическим составом культуры и способностью при определенных условиях долгое время сохранять качественные характеристики без значительных

изменений. Этому способствуют различные факторы доуборочного и послеуборочного периода. Основопологающим моментом, является сорт, его биохимическая ценность и природный потенциал лежкости [4].

Одним из ведущих садоводческих хозяйств Липецкой области является ЗАО «Агрофирма им. 15 лет Октября», предприятие расположено в Лебедянском районе, является лидером по валовому сбору яблок среди районов области. Общая площадь плодово-ягодных насаждений занимает приблизительно 2000 га. Основное направление: продовольственная безопасность Российской Федерации, производство качественной плодово-ягодной продукции, повышение урожайности садовых культур, развитие интенсивных технологий в садоводстве, замена тяжелого ручного труда, механизированным способом и увеличение производительности труда [6].

В современных условиях эффективное сельскохозяйственное производство, садоводство в особенности, немислимы без применения интенсивных ресурсосберегающих технологий и сортов. Необходимо широкое использование в практической деятельности последних достижений в области фундаментальных исследований [5].

Для садов интенсивного типа нужны высокорентабельные, адаптированные, скороплодные, урожайные сорта с высокими товарными и потребительскими качествами, дающие максимальную прибыль [10]. В таких садах растут ровные крупные яблоки с хорошим окрасом. Это повышает долю продукции высшего и первого товарных сортов до 90-95% в зависимости от сорта [3]. В странах с развитым плодоводством ведущие позиции по площадям и валовому сбору занимают сорта мировой селекции: Голден Делишес, Ред Делишес, Джонаголд, Грани Смит, Лигол, Фуджи, Хонейкрисп, Эльстар, Айдаред, Гала, Бребурн, Пинк Леди, Пирос, Камео, Лигол, Арива, Интерпрайс, Либерти, Флорина, Пинова и другие. Часть из этих сортов районирована в Центрально-Черноземном регионе, многие сорта перспективны для внедрения в производство [2, 4, 7, 8, 9].

**Цель исследования:** оценить интродуцированные сорта яблони по хозяйственно-полезным признакам и свойствам в условиях промышленных насаждений в ЗАО «Агрофирма им. 15 лет Октября» Лебедянского района Липецкой области.

**Материал и методы исследования.** Для проведения исследования выбрано девять сортов яблони, которые отличаются сроками созревания плодов: Лигол (контроль) привитый на районированный подвой Б-9 и иностранные сорта: Хонейкрисп, Лигол Ред), Эмпайр Пирос Глостер, Ред Пинова, Кинг Роат и Арника, привитые на клоновый подвой М-9. Сад посажен в 2018 году по схеме посадки деревьев 4x1м с залужением междурядий.

Учеты и наблюдения за деревьями сортов яблони проводили согласно методики, изложенной в учебнике под редакцией Моисейченко В.Ф., 1994 г.

**Результаты исследования и обсуждение.** Проведены учеты по показателям роста деревьев в саду. Показатели диаметра штамба дерева измеряли штангенциркулем вдоль и поперек ряда на высоте 30 см от поверхности почвы. В зависимости от сорта показатели составили от 3,5 см у сорта Кинг Роат, до 5,5 см у сортов Глостер и Арника, близки показатели у сорта Пирос (4,5 см).

Длину однолетних побегов измеряли линейкой от основания побега до верхушечной почки после полного окончания роста. Выявлено, что по сортам побеги имели разную длину, которая находилась в пределах от 30 до 60 см. Наименьший прирост побегов отмечен у сорта Кинг Роат, а наибольший - у сортов Ред Пинова, немного уступали ему сорта Глостер (55 см) и Пирос (50 см).

Диаметр кроны измеряли рулеткой вдоль и поперек кроны в самой широкой части дерева, который составлял от 1,2 м до 1,8 м. Более широкая крона у деревьев: Лигол (контроль), Лигол Ред, Пирос и Глостер и равна 1,8 м., компактная крона у сорта Кинг Роат (1,0 м), Эмпайр и Хонейкрисп (1,2 м).

Таблица 1. Биометрические показатели роста деревьев яблони в саду, 2023 г.

Название сорта	Диаметр штамба, см	Диаметр проводника, см	Диаметр кроны, м	Однолетний прирост, см
Лигол	4,0	2,5	1,80	40
Хонейкрисп	4,0	2,5	1,20	40
Лигол Ред	4,0	2,5	1,80	50
Эмпайр	4,0	2,5	1,20	30
Пирос	4,5	2,5	1,80	50
Глостер	5,5	4,5	1,80	55
Ред Пинова	4,5	2,5	1,40	60
Кинг Роат	3,5	2,0	1,00	30
Арника	5,5	3,5	1,70	40
Среднее по сортам	3,9	2,8	1,52	43,9

На основании полученных данных установлено, что сорта по своей биологии имеют различную силу роста, наиболее сильный рост из исследуемых деревьев имеют деревья сортов: Глостер, Лигол Ред, Пирос, Арника и Ред Пинова.

Среднюю массу плода определяли взвешиванием средних образцов, состоящих из 100 плодов, отобранных наугад из нескольких ящиков. Измерения проводились при сборе урожая в 2022-23 годах.

Таблица 2. Средняя масса плода сортов яблони, г

Название сорта	Масса одного плода, г	
	2022 г	2023 г.
Лигол (контроль)	290	300
Хонейкрисп	190	200
Лигол Ред	250	265
Эмпайр	150	165
Глостер	250	265
Ред Пинова	140	155
Кинг Роат	210	230
Арника	140	160

По массе плодов сорта яблони разделили на группы: очень крупные плоды – средняя масса свыше 175 г, крупные – 175-126 г, выше среднего размера – 125-101 г, средней величины – 100-76 г, мелкие – 75-51 г.



Наибольшая масса плодов у сортов Лигол (к), Лигол Ред и Глостер, наименьшая - у сортов Арника Ред Пинова и Эмпайр. Увеличение массы плодов в 2023 году связано с более активным ростом деревьев и благоприятными условиями в период вегетации деревьев яблони, чего не было в 2022 году и отмечалось выпадение сильного града. Среди изучаемых сортов крупные плоды у сортов Арника, Ред Пинова и Эмпайр. Плоды остальных сортов исследования относятся к очень крупным плодам.

Индекс периодичности плодоношения определяли по формуле Синга:

$$П = (У1 - У2) / (У1 + У2) \cdot 100,$$

где, П – индекс степени периодичности, %;

У1 – урожайность в урожайный год, ц/га;

У2 – урожайность в менее урожайном смежном году, ц/га.

По величине индекса сорта разделены на группы: 21-40% – с относительно регулярным плодоношением; 41-60% – со средней периодичностью плодоношения; 61-80% – с сильной и 81-100% – с очень сильной периодичностью.

Таблица 3. Урожайность сортов яблони, 2022-2023 гг.

Название сорта	Урожайность, 2022 г.	Урожайность, 2023 г.	Индекс периодичности , %
Лигол (контроль)	27,1	43,8	23,6
Хонейкрисп	24,1	36,6	20,6
Лигол Ред	13,8	38,8	47,5
Эмпайр	18,4	34,5	30,4
Пирос	22,9	19,6	7,8
Глостер	15,1	54,9	56,9
Ред Пинова	28,6	64,9	39,2
Кинг Роат	9,6	28,0	48,9
Арника	19,5	34,9	28,3
В среднем	18,9	39,5	33,6

Представленные данные таблицы 3 характеризуют урожайность сортов при выращивании яблони в промышленном саду на 5-й и 6-й год роста после посадки. Исходя из полученных данных видно, что средняя урожайность по изучаемым сортам в 2022 году составила 18,9 т/га, а в 2023 году - 39,5 т/га, что выше почти в два раза. Высокий урожай получен в 2022 году по сортам Ред Пинова – 28,6 т/га, Лигол (контроль) – 27,1 т/га Хонейкрисп – 24,1 т/га, ниже урожайность у сорта Кинг Роат – 9,6 т/га.

В 2023 году практически по всем изучаемым сортам получена высокая урожайность от 28,0 т/га – у сорта Кинг Роат, до 64,9 т/га у сорта Ред Пинова, ниже урожайность у летнего сорта Пирос - 19,6 т/га. Среднюю периодичность показывают сорта Глостер, Лигол Ред и Кинг Роат. Относительно регулярное плодоношение отмечено у сортов Арника, Ред Пинова, Лигол, Эмпайр.

Плоды зимних сортов яблони закладывали на хранение в регулирующую газовую среду и обрабатывали препаратом компании «Фитомаг» (1-МЦП).

В 2022 году деревья получали влагу с избытком (летние и осенние обильные дожди), а также в июле 2022 года плоды были повреждены градом. С этим связана часть проблем. Проявление горькой ямчатости связано с недостаточным усваиванием кальция во время

формирования плодов на деревьях. Гниль и увядание сорта Глостер связаны с тем, что его перед съёмом не обрабатывали, так как раньше этого не требовалось. Но теперь дождливая погода показала, что это нужно делать. Проявление гнили у сортов Лигол и Лигол Ред связаны с плохим усвоением препаратов обработки в саду (из-за дождей), а также повреждений плодов градом.

Таблица 4. Хранение плодов в 2022-2023 гг.

Название сорта	Дата закладки на хранение	Дата завершения реализации сорта	Проявление повреждений плодов при хранении
Лигол (контроль)	08.10.2022	02.07.2023	гниль
Хонейкрип	30.09.2022	27.06.2023	горькая ямчатость, гниль
Лигол Ред	06.10.2022	03.07.2023	горькая ямчатость, гниль
Эмпайр	10.10.2022	24.06.2023	побурение мякоти
Глостер	04.10.2022	20.05.2023	гниль, увядание
Ред Пинова	08.10.2022	20.05.2023	увядание
Кинг Роат	08.10.2022	01.06.2023	-
Арника	08.10.2022	25.05.2023	-

Увядание плодов у сорта Ред Пинова связано с повреждением градом, а также тем, что она долго была на хранении. Побурение мякоти у сорта Эмпайр может быть связано с неправильным режимом хранения, поздним сроком реализации и повреждением градом.

Для расчета экономической эффективности производства плодов яблони выбраны три сорта: Лигол (контроль), Ред Пинова и Кинг Роат. Основная реализация продукции первого сорта идет в торговые сети. Сорта Лигол и Ред Пинова попадают под категорию сезонного яблока, а сорт Кинг Роат – под категорию сортового яблока, поэтому его планируемая средняя цена будет значительно выше. Что касается себестоимости продукции, то затраты на производство каждого сорта могут отличаться по их урожайности.

Сорт Ред Пинова, демонстрирующий высокую урожайность 64,9 т/га, низкую себестоимость - 21000,0 руб./т, среднюю цену реализации 53000,0 руб./т, показывает высокую прибыль - 2076,8 тыс. руб./га и высокий уровень рентабельности - 153,2 %.

По сорту Кинг Роат самая маленькая прибыль - 1008,0 тыс. руб./га по причине низкой урожайности - 28,0 т/га и высокой себестоимости -24000,0 руб./т, но имеет средний уровень рентабельности равный 150,0 % за счет относительно высокой средней цены реализации 600000 руб./т.

По сорту Лигол (к) получена прибыль 1204,5 тыс. руб./га, относительно низкая рентабельность производства плодов - 122,2 %, себестоимость плодов данного сорта составила 22500, руб./т, урожайность равна 43,8 т/га, а цена реализации - 50000 руб./т. – самая низкая.

#### **Заключение.**

1. Показатели роста и развития деревьев яблони изменялись в зависимости от сортовых особенностей: диаметр штамба по сортам изменялся от 3,5 см у сорта Кинг Роат, до 5,5 см у сортов Глостер и Арника; длина однолетних побегов варьировала от 30 см у сорта Кинг Роат до 60 см у сорта Ред Пинова; минимальный диаметр кроны отмечен у сорта

Кинг Роат (1,0 м), максимальный – у сортов Лигол (к), Лигол Ред, Пирос и Глостер и равна 1, 8 м.

2. Наибольшая масса плода у сортов Лигол (300г), Лигол Ред (265г) и Глостер (265 г), а наименьшая - у сортов Арника Ред Пинова и Эмпайр (150-165 г).

Урожайность сортов яблони в 2022 г. в среднем по сортам составляла от 9,6 т/га у сорта Кинг Роат до 28,5 т/га - у сорта Ред Пинова; урожайность в 2023 г. изменялась от 28, т/га у сорта Кинг Роат, до 64,9 т/га – у Ред Пинова.

3. Экономическую эффективность определяли по сортам с максимальной (Ред Пинова) и минимальной (Кинг Роат) урожайностью в сравнении с контрольным сортом Лигол. Себестоимость 1 т плодов сорта Лигол выше на 1500,0 руб., чем у сорта Ред Пинова, но на 1500 руб. ниже, чем у сорта Кинг Роат. Цена реализации у сорта Кинг Роат выше на 10000 руб./т, чем у сорта Лигол (к) и выше на 7000 руб., чем у сорта Ред Пинова. Высокая прибыль получена по сорту Ред Пинова 2076,8 тыс. руб./га, выше, чем по сорту Лигол (к на 872,3 тыс. руб./га, по сорту Кинг Роат – 1068,8 тыс. руб./га

### Список литературы

1. Агошкова, Н.Е. Проблемы и перспективы инновационного развития плодового хозяйства в России / Н.Е. Агошкова, Н.Н. Агошкова // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2014. – Т. 10. – № 17 (254). – С. 29–36.
2. Богданович, Т.В. Оценка технологичности сортов яблони для возделывания в садах интенсивного типа / Т.В. Богданович // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2017. – № 46 (4). – С. 150–157.
3. Григорьева, Л.В. Урожай и рост привойно-подвойных комбинаций яблони в интенсивном саду / Л.В. Григорьева, А.А. Балашов, О.А. Ершова // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 59–61.
4. Данилюк, Е.С. Биохимические показатели позднезимних сортов яблок при хранении / Е.С. Данилюк, А.Ю. Медеяева, И.В. Куличихин // Наука и Образование. – 2022. – Т. 5. – № 2.
5. Дугина, Т.А. Перспективы успешного развития садоводства на основе использования инноваций / Т.А. Дугина, О.В. Калмыкова, Е.В. Калмыкова // Научно-методический электронный журнал "Концепт". – 2015. – № S21. – С. 16–20.
6. Красова, Н.Г. Оценка адаптивности и качества плодов сортов яблони для интенсивных садов / Н.Г. Красова, З.Е. Ожерельева, А.М. Галашева, М.А. Макаркина, М.В. Лупин // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2022. – Т. 183. – № 4. – С. 48–59.
7. Касынкина, О.М. Повышение эффективности производства продукции садоводства / О.М. Касынкина // Нива Поволжья. – 2014. – № 4 (33). – С. 48–53.
8. Красова, Н.Г. Производственно-биологическая оценка сортов белорусской селекции в Центрально-Черноземном регионе / Н.Г.Красова, В.В. Языкова, А.М. Галашева // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2018. – Т. 5. – № 1. – С. 54–58.

9. Раджабов, А.К. К вопросу о подборе и размещении сортов яблони для выращивания в товарных садах в средней зоне плодородия России / А.К. Раджабов, А.Е. Попов, Ю.В. Воскобойников, И.А. Фесютин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2. – С. 5–13.

10. Седов, Е.Н. История, задачи, методы и результаты селекции яблони / Е.Н. Седов // Сельскохозяйственная биология. – 2007. – Т. 42. – № 1. – С. 3–15.

### References

1. Agoshkova, N.E. Problems and prospects for innovative development of fruit growing in Russia / N.E. Agoshkova, N.N. Agoshkova // National interests: priorities and security. – 2014. – Т. 10. – No. 17 (254). – pp. 29–36.

2. Bogdanovich, T.V. Assessment of the manufacturability of apple tree varieties for cultivation in intensive gardens / T.V. Bogdanovich // Fruit growing and viticulture of the South of Russia. – 2017. – No. 46 (4). – pp. 150–157.

3. Grigorieva, L.V. Harvest and growth of scion-rootstock combinations of apple trees in an intensive garden / L.V. Grigorieva, A.A. Balashov, O.A. Ershova // Achievements of science and technology of agro-industrial complex. – 2010. – No. 11. – P. 59–61.

4. Danilyuk, E.S. Biochemical parameters of late winter apple varieties during storage / E.S. Danilyuk, A.Yu. Medelyaeva, I.V. Kulichikhin // Science and Education. – 2022. – Т. 5. – No. 2.

5. Dugina, T.A. Prospects for the successful development of gardening based on the use of innovations / T.A. Dugina, O.V. Kalmykova, E.V. Kalmykova // Scientific and methodological electronic journal "Concept". – 2015. – No. S21. – pp. 16–20.

6. Krasova, N.G. Assessment of adaptability and quality of fruits of apple tree varieties for intensive orchards / N.G. Krasova, Z.E. Ozhereleva, A.M. Galasheva, M.A. Makarkina, M.V. Lupin // Works on applied botany, genetics and selection. – 2022. – Т. 183. – No. 4. – P. 48–59.

7. Kasynkina, O.M. Increasing the efficiency of production of horticultural products / O.M. Kasynkina // Niva Povolzhya. – 2014. – No. 4 (33). – P. 48–53.

8. Krasova, N.G. Production and biological assessment of varieties of Belarusian selection in the Central Black Earth region / N.G. Krasova, V.V. Yazykova, A.M. Galasheva // Selection and variety breeding of garden crops. – 2018. – Т. 5. – No. 1. – P. 54–58.

9. Radzhabov, A.K. On the issue of selection and placement of apple tree varieties for cultivation in commercial orchards in the middle fruit growing zone of Russia / A.K. Radjabov, A.E. Popov, Yu.V. Voskoboynikov, I.A. Fesyutin // News of the Timiryazev Agricultural Academy. – 2021. – No. 2. – P. 5–13.

10. Sedov, E.N. History, objectives, methods and results of apple tree selection / E.N. Sedov // Agricultural biology. – 2007. – Т. 42. – No. 1. – P. 3–15.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ АБРИКОСА

Р.Г. Ноздрачева, Ф.В. Емельяненко

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет  
имени императора Петра I», г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Абрикос пользуется широким спросом у населения всего мира. Плоды используют в свежем и переработанном виде. Они отличаются высокими технологическими свойствами, их используют в пищевой, кондитерской, парфюмерной промышленности. В мире производят продукции абрикоса от 1 млн до 1 млн 300 тыс. т. в год, Важным направлением увеличения производства плодов является создание наиболее устойчивых сортов к биотическим и абиотическим факторам окружающей среды.

Деревья абрикоса имеют интенсивный рост, раннее вступление в плодоношение и созревание плодов, высокую урожайность. Отсутствие сортов с высокой зимостойкостью сдерживают широкое распространение культуры, но при рациональном подходе к выбору региона, участка под сад, подбора сортифта и при соответствующей агротехнике, абрикосы могут быть продуктивными и рентабельными. Для снижения роста деревьев требуются клоновые подвои, которые определяют многие хозяйственно-биологические признаки сорта, такие как приживаемость сортов, силу роста деревьев, их скороплодность и урожайность. Каждый сорт и подвой проявляют избирательность по отношению друг к другу, поэтому учеными создаются подвои, приспособленные к определенным условиям произрастания. Для теплолюбивой культуры с интенсивным ростом деревьев, необходимы клоновые подвои, обладающие высокой зимостойкостью, хорошим размножением зелеными и одревесневшими черенками и совместимые с сортами абрикоса.

**Ключевые слова:** абрикос, сорта, подвои, саженцы выход и качество.

## PECULIARITIES OF APRICOT PROPAGATION

R.G. Nozdracheva, F.V. Emelianenko

*Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russia*

**Abstract.** Apricot is in high demand among the population of all over the world. The fruits are used fresh and processed. They are distinguished by high technological properties, they are used in the food, confectionery, and perfumery industries. The world produces apricot products from 1 million to 1 million 300 thousand tons per year, An important direction for increasing fruit

production is the creation of the most resistant varieties to biotic and abiotic environmental factors. Apricot trees have intensive growth, early fruiting and ripening, and high yields. The lack of varieties with high winter hardiness restrains the wide spread of the crop, but with a rational approach to the choice of region, site for the garden, selection of assortment and with appropriate agricultural techniques, apricots can be productive and profitable. To reduce the growth of trees, clonal rootstocks are required, which determine many economic and biological characteristics of the variety, such as the survival rate of varieties, the strength of tree growth, their early fruiting and yield. Each variety and rootstock is selective in relation to each other, so scientists create rootstocks adapted to certain growing conditions. For a heat-loving crop with intensive tree growth, clonal rootstocks are required, which have high winter hardiness, good propagation by green and woody cuttings and are compatible with apricot varieties.

**Keywords:** Apricot, varieties, rootstocks, seedlings yield and quality

### **Введение**

Абрикос – популярная косточковая культура, которая ценится за нежный вкус плодов, абрикосовый аромат, содержание сахаров, органических кислот, минеральных и пектиновых веществ. Абрикос занимает одно из первых мест среди плодовых культур по питательности, диетическому и лечебному значению [2].

Население страны употребляет плоды в свежем, сушеном, переработанном виде, их используют как сырье в пищевой, кондитерской, парфюмерной и фармацевтической промышленности [4].

Деревья абрикоса высокорослые, отзывчивы на обрезку и другие приемы агротехники, склонны к ежегодному урожаю, рано вступают в плодоношение. Культура неприхотлива к почвенным условиям произрастания, засухоустойчива, светолюбива, теплолюбива, устойчива к вредителям, но менее устойчива к болезням [5].

Успех выращивания культуры зависит от выбора надежного сорта, окультуривания посадочного места и прилегающей площади питания [4].

Саженьцы абрикоса получают семенным и вегетативным способом. При семенном способе – выращивают сеянцы, их используют как семенные подвои для прививки сортов и в селекционной работе [1].

При размножении на семенных подвоях деревья высокорослые, с поздним плодоношением, долговечные, представляют сложности при обрезке, сборе урожая, защите от болезней [6].

Для снижения роста деревьев и формирования малогабаритных крон, с плотным размещением деревьев в саду, учеными созданы подвои, размножаемые вегетативным способом, зелеными и одревесневшими черенками [5].

**Цель исследования:** изучить влияние семенных и клоновых подвоев на рост, развитие и выход саженцев абрикоса в плодовом питомнике.

**Материал и методы исследования.** Сорта абрикоса: Тамаша (контроль), Черный бархат, Дженгутаевский, Эсделик и Унцукульский поздний; подвои: сеянцы абрикоса, клоновые подвои: Эврика-99 и Дружба.

Учеты и наблюдения проводили в соответствии с учебником: «Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве», подготовленным коллективом авторов Моисейченко В.Ф., Заверюха А.Х. и Трифоннова М.Ф.

В опыте по оценке сорто-подвойных комбинаций в качестве контроля принят вариант – сеянцы местных сортов абрикоса. Подвои высаживали в первое поле питомника весной 2022 г.

По каждому подвою учитывали высоту растений, диаметр штамбика до проведения прививки и в конце вегетации.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Полученные результаты по оценке влияния подвоев на приживаемость и рост подвоев представлены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние подвоев на приживаемость и выход саженцев абрикоса

Подвои	Всего посажено клоновых подвоев, шт.	Прижилось подвоев после посадки в питомник, %/шт.	Подшло к окулировке подвоев от числа прижившихся, %/шт.	Диаметр штамбика подвоев, см
Сеянцы абрикоса (контроль)	500	82/410	86/353	0,6-0,8
Клоновый подвой Эврика-99	500	88/440	98/431	0,9-1,1
Клоновый подвой Дружба	500	97/485	91/441	0,8-1,0

Выявлено, что в питомнике лучше прижились клоновые подвои, хуже – сеянцы абрикоса. В конце июля (27 и 28 июля) в питомнике проводили окулировку способом в «Т-образный разрез».

Наиболее высокорослые подвои Эврика-99, их высота к моменту окулировки составляла в среднем 61-79 см, а диаметр штамбика равен 0,9-1,1 см. Ниже показатели у семенных подвоев, диаметр штамбика равен 0,6-0,8 см, а высота – 80-87см.

При осенней ревизии приживаемость в среднем составила 79-85%, при весенней ревизии – 67-78%

Срез дичков на привитую почку проводили весной до начала сокодвижения, дважды удаляли поросль на подвоях.

При росте однолетних саженцев абрикоса до высоты 65-70 см проводили прищипку верхушечной части стволиков (5-6 листочков), что увеличило образование боковых побегов на саженцах. Определяли высоту саженцев, их измеряли мерной рейкой от поверхности почвы до высшей точки роста. Данные роста саженцев абрикоса в высоту представлены на рисунке 2.

При прививке абрикоса на семенных подвоях отмечалась наибольшая высота саженцев у сортов Джэнгулаевский и Унцукольский поздний, а наименьшая - у сортов Черный бархат и Эсделик. На клоновом подвое Эврика-99 высота саженцев изменялась от 158 см у сорта Черный бархат, до 173 см у сорта Унцукольский поздний. На клоновом подвое Дружба саженцы сорта Тамаша (контроль) были на уровне с семенными подвоями. Для сорта Унцукольский поздний, подвой Дружба проявлял более активный рост саженцев, по сравнению с другими изучаемыми подвоями.

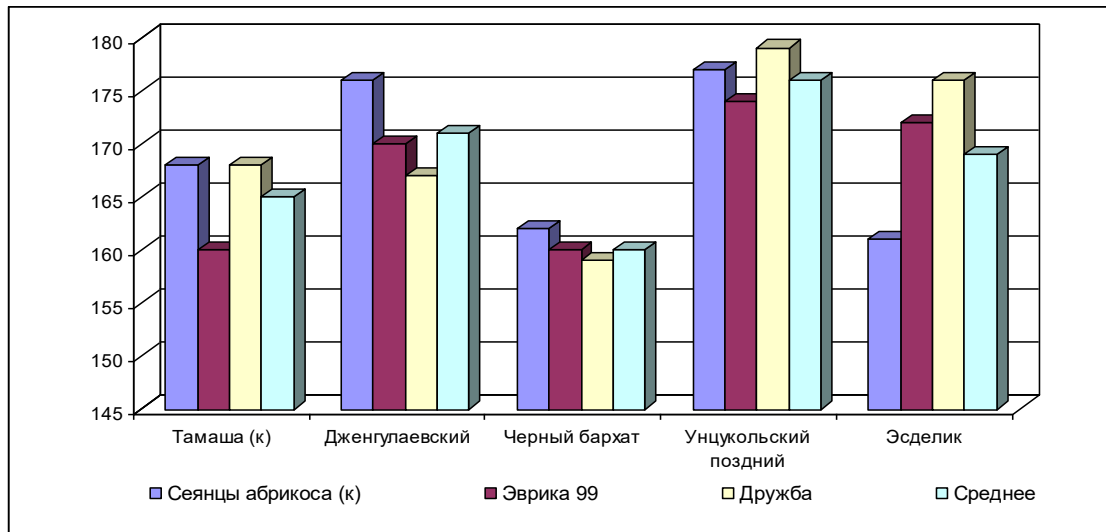


Рисунок 2 – Влияние подвоя и сорта на параметры высоты саженцев в питомнике

Осенью на саженцах определили образование боковых побегов, их длину от начала роста до верхушечной почки, суммарную длину и диаметр штамбика (табл. 2).

Наибольшее количество побегов (8 шт.) образуют саженцы сортов: Дженгулаевский и Унцукольский поздний, привитые на семенные подвои, а наименьшее – сорт Черный бархат. Максимальная длина побегов больше у сортов Дженгулаевский (50 см) и Унцукольский поздний (62 см), и выше их суммарная длина: 400 и 496 см. По сравнению с контрольным вариантом сдержанный рост отмечался у саженцев Черный бархат, остальные сорта превышали данные сорта Тамаша (контроль).

Таблица 2. Биометрические показатели роста саженцев абрикоса, размножаемых на семенных подвоях – сеянцах абрикоса

Сорт	Количество боковых побегов, шт.	Средняя длина побега, см	Суммарная длина побегов, см	Диаметр штамбика, см
Тамаша (контроль)	5	46	230	1,8
Дженгулаевский	8	50	400	2,0
Черный бархат	5	42	210	1,5
Унцукольский поздний	8	62	496	1,8
Эсделик	6	49	294	1,6
Среднее по сортам	6	49,5	326	1,7

В таблице 3 представлены результаты показателей роста саженцев абрикоса на клоновом подвое Эврика-99. У саженцев, привитые на слаборослый клоновый подвой Эврика-99 по учетным данным отмечалось сокращение ростовых побегов по сравнению с саженцами на семенных подвоях, также отмечалось сортовое влияние на рост и развитие растений.



Таблица 3. Ростовые показатели саженцев абрикоса на подвое Эврика 99

Сорт	Кол-во боковых побегов, шт.	Средняя длина побега, см	Суммарная длина побегов, см	Диаметр штамбика, см
Тамаша (контроль)	4	48	192	1,6
Дженгулаевский	7	43	301	1,6
Черный бархат	3	38	114	1,4
Унцукольский поздний	8	48	384	1,6
Эсделик	4	57	228	1,5
Среднее по сортам	5	46,8	243,8	1,54

Так, количество побегов варьировало от 3 штук у сорта Черный бархат, до 8 штук у сорта Эсделик, Средняя длина побегов изменялась от 38см у сорта Черный бархат, до 57 см – у сорта Эсделик. Наибольшая суммарная длина побегов отмечена у сортов Унцукольский поздний (384см) и Дженгулаевский (301см). В среднем величина диаметра штамбиков равна 1,54 см, по сорта данный показатель мало не изменялся. У саженцев отмечалось сокращение ростовых побегов по сравнению с саженцами на семенных подвоях.

Влияние клонового подвоя Дружба на рост саженцев абрикоса представлено в табл. 4.

Таблица 4. Влияние клонового подвоя Дружба на рост саженцев абрикоса

Сорт	Кол-во боковых побегов, шт.	Средняя длина побега, см	Суммарная длина побегов, см	Диаметр штамбика, см
Тамаша (контроль)	5	45	225	1,7
Дженгулаевский	8	47	376	1,7
Черный бархат	4	40	160	1,5
Унцукольский поздний	7	59	413	1,7
Эсделик	5	55	275	1,5
Среднее по сортам	6	47,4	289,8	1,62

Установлено, что семенные подвои больше влияют на рост и развития саженцев, чем клоновые. Подвой Дружба больше сдерживал рост саженцев абрикоса по сравнению с подвоем Эврика-99.

Выход посадочного материала абрикоса во многом зависит от сорта, подвоя, срока, качества проведения окулировки и уходных работ за саженцами в питомнике (табл. 5)

Таблица 5. Влияние сорта и подвоя на выход саженцев абрикоса

Сорта	Сеянцы абрикоса (к)	Эврика-99	Дружба
Тамаша (к)	69	75	71
Дженгулаевский	74	78	77
Черный бархат	68	73	70
Унцукольский поздний	75	79	75
Эсделик	72	73	70
В среднем	71,6	75,6	72,6

Выход посадочного материала в зависимости от подвоев изменялся: на сеянцах абрикоса выход саженцев составил от 68% - у сорта Черный бархат, до 75% – у сорта Унцукольский поздний; на клоновом подвое Эврика-99 – от 73% у сортов Черный бархат и Эсделик, до 79% – у сорта Унцукольский поздний, на подвое Дружба – от 70% у сортов Эсделик и Черный бархат, до 77% – у сорта Дженгулаевский.

Наибольшую приживаемость сортов абрикоса можно получить при размножении на клоновом подвое Эврика-99 (75,6%), наименьшую – на семенных подвоях (71,6%).

Выявлено, что при размножении абрикоса на семенных подвоях чистый доход на 1517760 руб. меньше, чем при окулировке на клоновые подвои Эврика-99 и меньше на 1402840 руб. чем на подвое Дружба.

Уровень рентабельности производства саженцев на семенных подвоях составил 26,%, что на 37% ниже, чем на подвое Эврика-99 и на 34,2% ниже, чем на подвое Дружба.

### Выводы

1. При размножении сортов абрикоса на семенных и клоновых подвоях посев семян и посадку клоновых подвоев выполняли в первом поле питомника. Лучше подходят к сроку проведения окулировки и выше приживаемость окулянтов на клоновых подвоях.

2. Высота саженцев абрикоса зависит от биологических особенностей сорто-подвойные комбинации. Наибольшая высота у однолетних саженцев сорта Унцукольский поздний (176см) на клоновом подвое Дружба, более сдержанный рост у саженцев сорта Черный бархат на клоновом подвое Эврика-99

3. По 8 шт. боковых побегов выросло у саженцев абрикоса сортов Дженгулаевский и Унцукольский поздний, в два раза меньше побегов у сорта Черный бархат (4 шт.), сорт образует и более короткие побеги (40см). Суммарная длина побегов у сорта Черный бархат составила 210 см, у сорта Унцукольский поздний – 496 см. Минимальный показатель диаметра штамба саженцев отмечен у сорта Черный бархат (1,5см), максимальный у сорта Дженгулаевский (1,8 см).

4. При размножении сортов абрикоса на сеянцах абрикоса чистый доход на 1517760 руб. меньше, чем при окулировке на клоновые подвои Эврика-99 и меньше на 1402840 руб. чем на подвое Дружба

5. Уровень рентабельности производства саженцев на семенных подвоях составил 26,%, что на 37% ниже, чем на клоновом подвое Эврика-99 и на 34,2% , чем на клоновом подвое Дружба.

### Список литературы

1. Ботез М., Бурлой Н. Культура абрикоса / пер. с румын. И. П. Цуркана; под ред. М. Д. Исаковой. – М.: Колос, 1980. – 152 с.
2. Москаленко К. М. Сортовая оценка товарных и вкусовых качеств плодов абрикоса в Крыму // Научно-технический бюллетень / ВИР. – 1990. – № 205. – С. 3-36.
3. Моисейченко В.Ф., Заверюха А.Х., Трифоннова М.Ф. Основы научных исследований в плодоводстве, овощеводстве и виноградарстве. – М.: Колос, 1994 – 383с.
4. Ноздрачева Р. Г. Абрикос в Центральном Черноземье. Монография. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2008. – 238 с.
5. Ноздрачева Р.Г. Размножение абрикоса в Центральном Черноземье. Монография. – Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2018. – 140 с.
6. Смыков В. К. Абрикос. – М.: Агропромиздат, 1989. – 240 с.

### References

1. Botez M., Burloy N. Apricot culture / translated from Romanian by I. P. Tsurkan; edited by M. D. Isakova. – M. : Kolos, 1980. – 152 p.
2. Moskalenko K. M. Varietal assessment of the commodity and taste qualities of apricot fruits in the Crimea // Scientific and technical bulletin / VIR. - 1990. – No. 205. – pp. 3-36.
3. Moiseichenko V.F., Zaveryukha A.H., Trifonova M.F. Fundamentals of scientific research in fruit growing, vegetable growing and viticulture. – M.: Kolos, 1994 – 383s.
4. Nozdracheva R. G. Apricot in the Central Chernozem region. Monograph. – Voronezh: FGBOU VPO VGAU, 2008. – 238 p.
5. Nozdracheva R.G. Apricot propagation in the Central Chernozem region. Monograph. – Voronezh: FGBOU IN VGAU, 2018. – 140 p.
6. Smykov V. K. Apricot. – M.: Agropromizdat, 1989. – 240 p.

## ОСОБЕННОСТИ РАЗМНОЖЕНИЯ ЧЕРЕШНИ НА КЛОНОВЫХ ПОДВОЯХ

Р.Г. Ноздрачева, Р.И. Костенников

*ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет  
имени императора Петра I», г. Воронеж, Россия*

**Аннотация.** Черешня – плодовая косточковая культура, популярна во многих странах мира и на территории Российской Федерации. Плоды черешни ценятся за десертный и нежный вкус, высокое содержание полезных веществ. Её употребляют в свежем и переработанном виде. Особенно пригодна черешня для приготовления компотов.

Селекционерами создано множество сортов черешни для разных почвенно-климатических условий. Сорты черешни различаются окраской и сроками созревания плодов. Деревья высокорослые, имеют раскидистую и редкую крону, им требуется регулярная обрезка.

Для создания сортов черешни с малогабаритными кронами требуется подбирать компактные кроны и размножать сорта черешни на клоновых подвоях. Проведенные научные исследования по размножению черешни на вегетативно размножаемых подвоях, свидетельствуют о снижении ростовой активности однолетних саженцев в плодовом питомнике, а проведение укорачивания центрального стволика саженцев (пинцировка) позволяет увеличить образование боковых побегов на заданной высоте и формировать крону у однолетних саженцев черешни. Установлено, что изучаемые сорта черешни при прививке на клоновые подвои ВСЛ-1 и ЛЦ-52 обеспечивают хорошую приживаемость в питомнике, высокий выход посадочного материала, но рост и развитие саженцев зависит от сорто-подвойных комбинаций.

**Ключевые слова:** черешня, сорта, клоновые подвои, саженцы

## PECULIARITIES OF CHERRY PROPAGATION ON CLONAL ROOTSTOCKS

R.G. Nozdracheva, R.I. Kostennikov

*Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh, Russia*

**Abstract.** Cherry is a fruit stone fruit crop, popular in many countries of the world and on the territory of the Russian Federation. Cherry fruits are valued for their dessert and delicate taste, high content of nutrients. It is consumed fresh and processed. Cherries are especially suitable for making compotes. Breeders have created many varieties of cherries for different soil and climatic

conditions. Cherry varieties differ in color and ripening of fruits. The trees are tall, have a spreading and sparse crown, and require regular pruning.

To create cherry varieties with small-sized crowns, it is necessary to select compact crowns and propagate cherry varieties on clonal rootstocks. Scientific studies on the propagation of cherries on vegetatively propagated rootstocks indicate a decrease in the growth activity of annual seedlings in the fruit nursery, and shortening of the central trunk of seedlings (tweezing) allows you to increase the formation of side shoots at a given height and form a crown in annual cherry seedlings. It has been established that the studied cherry varieties when grafted on clonal rootstocks VSL-1 and LC-52 provide good survival in the nursery, high yield of planting material, but the growth and development of seedlings depends on variety-rootstock combinations.

**Keywords:** cherry, varieties, clonal rootstocks, seedlings

### **Введение**

Промышленное возделывание черешни сосредоточено в южной части России, однако благодаря работам российским селекционерам культура приобретает более широкое распространение и в Центральном Черноземье. Наиболее благоприятные условия для возделывания черешни в промышленных садах в южной части Воронежской, Белгородской и Курской областей [2, 4, 7].

Несмотря на короткий сезон потребления плодов, черешня имеет большое народнохозяйственное значение. Это объясняется урожайностью, одновременным созреванием плодов, что позволяет собирать их в один приём, высокими вкусовыми и питательными достоинствами плодов, устойчивостью к болезням и вредителям. Благодаря значительному количеству биологически активных соединений, привлекательному внешнему виду и вкусовым достоинствам, плоды черешни являются ценным компонентом пищевого рациона населения. Их используют в свежем виде и для переработки, качество продукции и питательные свойства превосходят многие плодовые и ягодные культуры [6].

Увеличение растений черешни с высокими хозяйственно-ценными признаками и свойствами является важным при размножении скороплодных, урожайных, устойчивых к болезням сортов [4].

Технологию размножения посадочного материала черешни отработывали многие ученые, в качестве подвоя они использовали сеянцы черешни и вишни. Деревья, привитые на вишне маголебской, отличаются недолговечностью и малой урожайностью, на сеянцы степной вишни – большой засухоустойчивостью, зимостойкостью корневой системы, сильным ростом и устойчивостью к хлорозу, на вишне обыкновенной – более слаборослые, но страдают от хлороза при выращивании на почвах с содержанием карбонатов [10].

Селекционерами созданы и широко внедряются в производство клоновые подвои, легко размножаемые вегетативно, устойчивые к болезням, деревья обладают сдержанным ростом и способны расти на различных типах почв с разной степенью их водообеспеченности [2, 7, 9].

Представляют интерес и заслуживают внимания клоновые подвои [3]. Созданы перспективные подвои, которые все шире используются при выращивании саженцев черешни. Применение таких подвоев ускоряет вступление насаждений в товарное

плодоношение, увеличивает урожайность, сокращает затраты по уходу за насаждениями, особенно на уборке урожая [1].

Необходима проверка приживаемости некоторых сортов черешни на клоновых подвоях, роста и развития сортоподвойных комбинаций в плодовом питомнике .

**Цель исследования:** изучить технологию размножения саженцев черешни на клоновых подвоях и оценить особенности роста и развития сорто-подвойных комбинаций в плодовом питомнике.

**Материал и методы исследования.** В качестве объектов исследований являлись крупноплодные сорта черешни: Кавказская улучшенная (контроль), Голубушка, Нальчинская, Рубиновая Кубани, Утро Кубани, привитые на среднерослые клоновые подвои ВСЛ-1 и ЛЦ-52.

За время проведения исследований, наблюдения и учеты проводили в соответствии с «Программой и методикой селекции и сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [9], статистическая обработка данных проведена по методике Б.А. Доспехова [5].

**Результаты исследования и обсуждение.** Данные исследования проводили на территории плодового питомника Темрюкского района 2022-2023 гг., где вегетативно размножены клоновые подвои ВСЛ-1 и ЛЦ-52 и посажены в первое поле плодового питомника по схеме 0,9×0,2м. Летом в 2022 году проведена окулировка подвоев сортами черешни.

За период вегетации почву в питомнике содержали в чистом состоянии от сорняков, полив капельный с внесением растворимых минеральных удобрений. Своевременный уход за растениями в питомнике благоприятно повлиял на рост подвоев и саженцев черешни.

Перед началом проведения окулировки (27-28 июля) клоновые подвои ВСЛ -1 имели диаметр штамбика 0,8-1,0 см, а подвои ЛЦ-52 – 1,0-1,2см.

Высота клоновых подвоев ВСЛ-1 составляла 58-73 см, подвоев ЛЦ-52 - 72-90см.

Окулировка проведена в «Т-образный разрез, использовали черенки изучаемых сортов черешни. Первую ревизию провели осенью через две недели после прививки подвоев, вторую – весной. При осенней ревизии приживаемость черешни в среднем по сортам на подвое ВСЛ-1 составила 78,6% от числа заокулированных подвоев. Приживаемость по сортам изменялась от 75% у сорта Утро Кубани, до 82% у сорта Кавказская улучшенная (к) (рис.1). При весенней ревизии определили сохранность привитых почек на подвоях, где выявлено, что на клоновом подвое ВСЛ-1 сохранилось от числа привитых только 69,9%, наибольшее значение отмечено у сорта Кавказская улучшенная (к) (74%), а наименьшее – у сорта Утро Кубани (62%).

Выход саженцев черешни в среднем по сортам на подвое ВСЛ-1 составил 65,8%. Наибольший выход саженцев наблюдался по сорту Кавказская улучшенная (к) 69%), Голубушка (68%), Утро Кубани (67%) и Рубиновая Кубани (65%), наименьший – у сорта Нальчинская (60%).

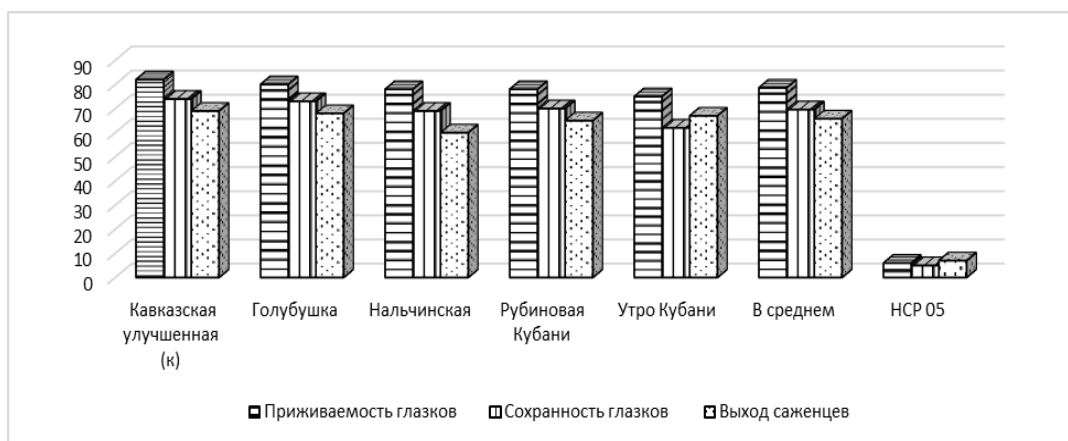


Рисунок 1 – Приживаемость, сохранность глазков и выход саженцев черешни на клоновом подвое ВСЛ-1, %

На подвое ЛЦ-52 приживаемость глазков осенью изменялась от 78% у сорта Нальчинская, до 82% у сорта Голубушка (рис. 2).

Сохранность глазков, привитых на подвое ЛЦ-52, в среднем по сортам составила 73,6%. Лучший результат получен по сортам Голубушка (77%), и Рубиновая Кубани (76%).

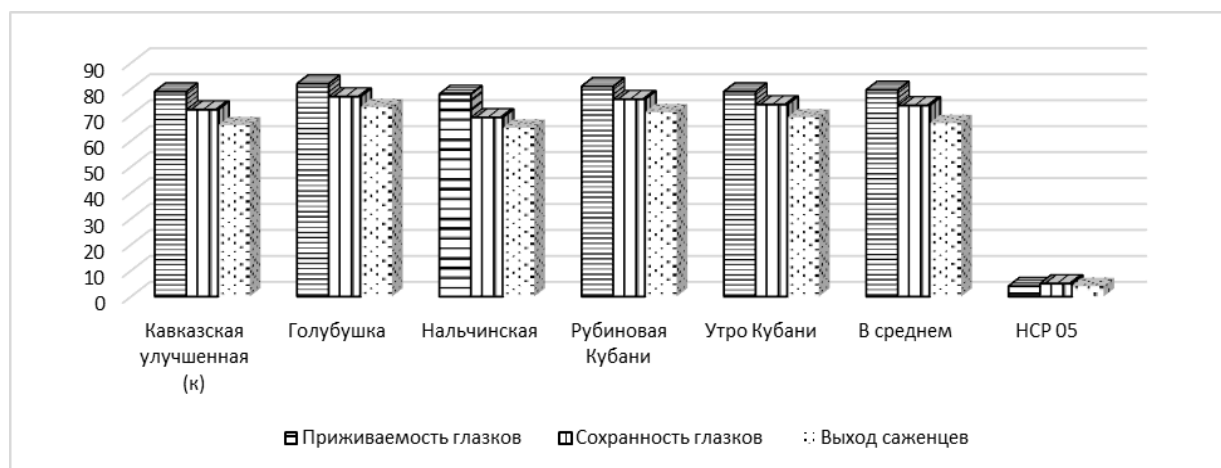


Рисунок 2 – Приживаемость, сохранность глазков и выход саженцев черешни на клоновом подвое ЛЦ-52 %

Выход саженцев черешни в среднем по сортам составил 66,8%, максимальный показатель отмечался у саженцев сорта Голубушка (73%), минимальный – у сорта Нальчинская (65%).

Установлено, что результаты по приживаемости, сохранности глазков и выходу саженцев привитых на клоновом подвое ЛЦ-52 были выше, чем при прививке на подвое ВСЛ-1.

Сравнивая полученный результат по сортам, так же можно отметить, что независимо от качества проведенной окулировки отмечается и сортовое влияние на развитие сорто-подвойных комбинаций (табл. 1).

Таблица 1. Биометрические показатели роста однолетних саженцев черешни на клоновом подвое ВСЛ-1

Сорт	Диаметр штамба, см	Высота саженца, см	Кол-во побегов, шт.	Длина бокового побега, см	Суммарная длина боковых побегов, см
Кавказская улучшенная(к)	1,6	154	4	47	188
Голубушка	1,7	178	5	66	330
Нальчинская	1,6	167	4	53	212
Рубиновая Кубани	1,5	173	7	52	364
Утро Кубани	1,7	165	5	60	300
В среднем	1,6	168	5	56	279

За вегетационный период саженцы имели хороший рост в высоту, образовали боковые побеги первого порядка ветвления после проведенной пинцировки. Так, у сортов Кавказская улучшенная (к) и Нальчинская боковых побегов образовалось 4 шт. на растении, у сорта Голубушка и Утро Кубани Землячка – 5 шт., Рубиновая Кубани – 7 шт. побегов. Длина побегов первого порядка ветвления изменялась от 47 см у сорта Кавказская улучшенная (к), до 66 см у сорта Голубушка.

В среднем по сортам черешни суммарный прирост составил 279 см на одном растении, высота саженцев равна 167 см, а диаметр штамбика – 1,6 см.

На клоновом подвое ЛЦ-52 получены более развитые саженцы, чем при прививке сортов черешни на подвой ВСЛ-1, отмечены различия в количестве побегов и их длине, суммарной длине, высоте растения, и показателю диаметра штамба (табл. 2).

Таблица 2. Биометрические показатели роста однолетних саженцев черешни на клоновом подвое ЛЦ-52

Сорт	Диаметр штамба, см	Высота саженца, см	Кол-во побегов, шт.	Длина бокового побега, см	Суммарная длина боковых побегов, см
Кавказская улучшенная (к)	1,7	174	6	57	342
Голубушка	1,7	178	5	63	315
Нальчинская	1,5	169	5	58	290
Рубиновая Кубани	1,6	173	6	60	360
Утро Кубани	1,5	165	5	69	345
В среднем	1,6	172	5	61	330

Длина боковых побегов в среднем по сортам больше на 6 см. Наибольшая суммарная длина побегов на одном саженце у черешни сорта Рубиновая Кубани (360 см), а наименьшая у сорта Нальчинская (290 см), то есть у данных саженцев сдерживался рост за счет влияния сорта и подвоя. Саженцы имели высоту от 165 см у сорта Утро Кубани, до 178 см у сорта Голубушка и по 5-6 побегов на одном саженце.



На улучшение качества однолетних саженцев черешни влияют биологические особенности культуры, своевременное проведение пинцировки саженцев на высоте 65-70см, а так же проводимые работы по уходу за растениями.

Учеты и наблюдения за приживаемостью и ростом черешни на клоновых подвоях подтверждают возможность применения данных подвоев для производства однолетнего посадочного материала черешни.

При размножении в питомнике черешни на клоновых подвоях у саженцев не отмечалось признаков несовместимости, но выявлена избирательная способность сорто-подвойных комбинаций, что связано с их биологическими особенностями.

Определена себестоимость продукции, стоимость одного саженца черешни выращенного на клоновых подвоях ВСЛ-1 и ЛЦ-52, чистый доход и уровень рентабельности. Так, себестоимость одного саженца черешни при прививке на клоновый подвой ЛЦ-52 и составила 127,7 рублей, а на подвой ВСЛ-1 равна 133,27 руб.

При производстве саженцев черешни на клоновом подвое ВСЛ-1 чистый доход составил 3353886 руб. с 1 га, что меньше на 287466 руб. чем при производстве саженцев тех же сортов на клоновом подвое ЛЦ-52.

При прививке сортов черешни на клоновый подвой ЛЦ-52 уровень рентабельности производства однолетних саженцев равен 94,7%, а на подвое ВСЛ-1 – 87,5%.

### **Заключение**

1. При размножении изучаемых сортов черешни на слаборослых клоновых подвоях выход посадочного материала: в среднем по подвою ВСЛ-1 равен 65,8%, по подвою ЛЦ-52 – 66,8%.

На подвое ВСЛ-1 наибольший выход саженцев получен по сортам: Кавказская улучшенная (к) 69%), Голубушка (68%), Утро Кубани (67%) и Рубиновая Кубани (65%). На подвое ЛЦ-52 лучший результат отмечен у саженцев сорта Голубушка (73%), Рубиновая Кубани (71%), Утро Кубани (69%). Сорт Нальчинская имел наименьшее значение по подвоям 65% и 60% соответственно.

2. У саженцев черешни в среднем по сортам высота находилась в пределах 167-171см, образовалось побегов по 4-7 шт. на саженце, средняя длина их составила 55-61см, суммарная их длина равна 278-330см на растение, а диаметра штамбиков – 1,6 см, что свидетельствует о хорошем развитии однолетних саженцев черешни в плодовом питомнике.

3. При размножении черешни на подвое ВСЛ-1 саженцы по ростовым показателям превосходили контрольный сорт Кавказская улучшенная, наибольшие показатели получены по сортам: Рубиновая Кубани, Голубушка и Утро Кубани. На подвое ЛЦ-52 лучшие результаты роста у саженцев черешни: Рубиновая Кубани, Утро Кубани, Кавказская улучшенная (к). Сорт Нальчинская отличается сдержанным ростом на клоновых подвоях.

4. При размножении черешни себестоимость одного саженца на подвое ЛЦ-52 равна 127,07 рублей, а на подвое ВСЛ-1 – 133,27 руб. Чистый доход от производства саженцев черешни на подвое ВСЛ-1 получен 3353886 руб./га, что на 277466 руб. меньше, чем при производстве саженцев на подвое ЛЦ-52. Уровень рентабельности производства однолетних саженцев черешни на клоновом подвое ЛЦ-52 равен 94,7%, а на подвое ВСЛ-1 – 87,5%.

### Список литературы

1. Бабаев В.И. Новая технология выращивания саженцев черешни. Кировабад, 1984. - 26 с.
2. Ворончихина А. Я. Черешня. Воронеж.: Коммуна.- 1978.- 46 с.
3. Габибова М.Н., Морозова Т.В. Оценка клоновых подвоев вишни в питомнике // Садоводство и виноградарство, 1999.- № 1.- С.15-16.
4. Гуляева А.А. Вишня и черешня. – Орёл: ВНИИСПК, 2015. – 52 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, - 1985.- 416 с.
6. Жбанова Е.В., Савельев Н.И., Кружков А.В. Товарно-потребительские качества и химический состав перспективных сортов и форм черешни в условиях ЦЧР.// Вестник ОрелГАУ, 5(62), 2016 С.- 30-36.
7. Каньшина М.В., Астахов А.А. Черешня в средней полосе России.- Брянск: ЗАО Читай-город, 2001. – 112 с.
8. Ноздрачева Р.Г. Черешня / Р.Г. Ноздрачева Воронеж: ООО «Социум» 2012. – 32 с.
9. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур /Под ред. Г.А. Лобанова, - Мичуринск, 1973. – 492с.
10. Юшев А.А., Еремина О.В. Вишня, черешня. – М.: Ниола-Пресс., Юнион-паблик, 2007. 221 с.

### References

1. Babaev V.I. New technology of growing cherry seedlings. Kirovabad, 1984. - 26 p.
2. Voronchikhina A. Y. Cherry. Voronezh: Kommuna. - 1978.- 46 p.
3. Habibova M.N., Morozova T.V. Otsenka klonovykh povodov cherni v pitomnik [Assessment of clonal cherry rootstocks in the nursery] // Gardening and viticulture, 1999.- No 1.- P.15-16.
4. Gulyaeva A.A. Cherry and sweet cherry. Orel: VNIISPK, 2015. 52 p. (in Russian).
5. Dospikhov B.A. Metodika polevoy opyta [Methods of field experience]. Moscow, Kolos Publ., 1985, 416 p.
6. Zhanova E.V., Savelyev N.I., Kruzhkov A.V. Commodity-consumer qualities and chemical composition of promising varieties and forms of cherries in the conditions of the Central Chernobyl Region.// Vestnik OrelGAU, 5(62), 2016, pp. 30-36.
7. Kanchina M.V., Astakhov A.A. Cherry in Russian midlands. - Bryansk: ZAO Chitai-gorod, 2001. 112 p. (in Russian).
8. Nozdacheva R.G. Cherry / R.G. Nozdacheva Voronezh: ООО "Socium" 2012. 32 p. (in Russian).
9. Program and Methods of Variety Study of Fruit, Berry and Nut Crops / Ed. by G.A. Lobanov, - Michurinsk, 1973. – 492 p. (in Russian).
10. Yushev A.A., Eremina O.V. Cherry, cherry. Moscow: Niola-Press., Union-public, 2007. 221 p. (In Russian)

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗМНОЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ДЕКОРАТИВНЫХ КУСТАРНИКОВ МЕТОДОМ ЗЕЛЕННОГО ЧЕРЕНКОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Н. Цепляев, А.А. Попова, А.В. Пальцева

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

**Аннотация.** Размножение декоративных сортов лиственных кустарников – актуальный вопрос для питомниководства в настоящее время. В связи с повышенным спросом на посадочный материал для нужд озеленения, возникает необходимость в анализе и совершенствовании технологий размножения декоративных сортов. Зеленое черенкование – один из наиболее эффективных способов вегетативного размножения, при котором сохраняются все сортовые признаки материнского растения. Цель исследования – выявление общих тенденций укореняемости черенков различных видов и сортов декоративных кустарников, полученных путем зеленого черенкования в условиях Воронежской области, которые впоследствии будут использованы для озеленения. Из 11 опытных сортов все растения демонстрируют показатели укоренения выше среднего. 10 сортов имеют коэффициент укоренения выше 0,8. По данным, полученным в ходе исследования, наиболее перспективным сортом оказался пузыреплодник калинолистный ‘Little Angel’, показавший 100% укореняемость. Дерен белый ‘Sibirica Variegata’ продемонстрировал укореняемость на 88%. Вейгела цветущая ‘Alexandra’ укоренилась на 91%, а среди спирей лучший результат укоренения у спиреи японской ‘Little Princess’ – 91%. Бересклет крылатый также имеет высокий показатель укоренения – 92%.

**Ключевые слова:** Декоративные кустарники, зеленое черенкование, озеленение, питомниководство, укореняемость.

## THE GREEN CUTTINGS PROPAGATION OF ORNAMENTAL SHRUBS VARIOUS VARIETIES METHOD EFFICIENCY IN THE VORONEZH REGION CONDITIONS

A.N. Tseplyaev, A.A. Popova, A.V. Paltseva

*Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia*

**Abstract.** The deciduous shrubs ornamental varieties reproduction is an urgent issue for nursery management at the present time. Due to the increased demand for planting material for

landscaping needs, there is a need to analyze and improve the reproduction technologies of ornamental plants. Propagation by green cuttings is one of the most effective methods of vegetative propagation, in which all the varietal characteristics of the parent plant are preserved. The purpose of the study is to identify the various species and varieties of ornamental shrubs green cuttings general rooting trends in the Voronezh region, which will be later used for landscaping. All of the 11 experimental varieties show above-average rooting rates. 10 varieties have a rooting coefficient above 0,8. According to the data, obtained during the study, the most promising variety turned out to be the *Physocarpus opulifolius* 'Little Angel', which showed 100% rootability. The *Cornus alba* 'Sibirica Variegata' demonstrated rootability by 88%. *Weigela florida* 'Alexandra' has taken root by 91%, and among the spiraea varieties, the best rooting result showed *Spiraea japonica* 'Little Princess' - 91%. The *Euonymus alatus* also has a high rooting rate of 92%.

**Keywords:** Ornamental shrubs, green cuttings, landscaping, nursery management, rooting.

### **Введение**

Широкий ассортимент декоративных растений позволяет реализовать различные художественные замыслы и создавать необходимое настроение на объектах ландшафтной архитектуры. Древесно-кустарниковые культуры являются каркасом для всей растительной композиции, а также создают особый микроклимат на участке. С помощью декоративно-лиственных и красиво цветущих кустарников можно создать яркие малоуходные миксбордеры, живые изгороди или эффектные солитеры. В последнее время высокий спрос на декоративные растения, стимулирует и бурное развитие древесно-декоративного питомниководства, производящего сортовой посадочный материал [5]. До недавнего времени российский рынок посадочного материала был зависим от исходной продукции импортного производства, при том, ввозимые растения не всегда отвечают стандартам качества, и не адаптированы к природно-климатическим условиям нашей страны.

Подбор оптимальных технологий размножения различных видов и сортов декоративно-кустарниковых пород в условиях местного климата является важнейшим направлением биотехнологии и питомниководства. Зеленое черенкование является наиболее перспективным способом размножения декоративных растений, при котором сохраняется физиологическая целостность и генетическая однородность корнесобственных растений [3,4]. Растущие побеги в меньшей степени заселены вредителями, чем одревесневшие. Эта технология обеспечивает высокий коэффициент размножения и короткий период выращивания. Также зеленое черенкование дает возможность увеличить выход черенков с одного маточного растения [1].

**Цель исследования.** Целью исследования является анализ укоренения зеленых черенков кустарниковых культур – ценных интродуцентов, а также выявление наиболее перспективных сортов для размножения данным методом.

**Материал и методы исследования.** Объектами исследования были выбраны 11 сортов декоративно-кустарниковых культур, наиболее востребованных для озеленения. Среди них 2 сорта дерена белого: 'Sibirica Variegata' и 'Ivory Halo'; 2 сорта вейгелы цветущей: 'Alexandra' и 'Foliis Purpureis'; 4 сорта спиреи японской: 'Golden Princess',

‘Goldflame’, ‘Anthony Waterer’, ‘Little Princess’; а также спирея безлистная ‘Tor Gold’, пузыреплодник калинолистный ‘Little Angel’ и бересклет крылатый.

Эксперимент проводился в производственном отделении ООО «Объединенные питомники» в Семилукском районе Воронежской области. Зеленые черенки заготавливали в период с 21.06 по 10.07.2023 года, в соответствии с общепринятыми методиками [1,2,3,6,7]. Укоренение проводилось в летних культивационных сооружениях, изготовленных из металла и покрытых затеняющей сеткой, что улучшает вентиляцию по сравнению с пленочным укрытием, либо агрилом (рисунок 1). Мелкодисперсный полив создавался при помощи специализированной автоматической туманообразующей установки, режим работы контролировался специальным программатором. В качестве субстрата применялась смесь песка и низинного торфа 2:1 засыпанная в гряды высотой 25 см. Черенки нарезали преимущественно с молодых, здоровых растений, используя весь текущий прирост, сформировавшийся на момент заготовки, за исключением 2-4 почек, оставляемых на маточном растении и травянистой верхушки побега. Зеленые черенки сразу после нарезки высаживали в теплицу, опудривая базальную часть черенка «Корневином» (д.в. индолилмасляная кислота, 5 г/кг), по схеме посадки 5 x 5 см.



Рисунок 1 – Летнее культивационное сооружение.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Выкопка и подсчет укорененных черенков производились с 27.09 по 11.10.2023 года. По результатам укоренения была составлена таблица 1.

Таблица 1. Оценка укореняемости зелёных черенков декоративно-кустарниковых сортов

Название сорта	Количество высаженных черенков, шт.	Количество укоренившихся черенков, шт.	Укоренение, %
Дерен белый 'Sibirica Variegata'	1000	882	88,2
Дерен белый 'Ivory Halo'	550	373	67,82
Вейгела цветущая 'Alexandra'	700	634	90,57
Вейгела цветущая 'Foliis Purpureis'	663	554	83,56
Спирея березолистная 'Tor Gold'	800	694	86,75
Спирея японская 'Golden Princess'	474	390	82,28
Спирея японская 'Goldflame'	1000	864	86,4
Спирея японская 'Anthony Waterer'	420	363	86,43
Спирея японская 'Little Princess'	522	474	90,81
Пузыреплодник калинолистный 'Little Angel'	260	260	100
Бересклет крылатый	207	190	91,79

По результатам из 11 сортов все растения демонстрируют показатели укоренения выше среднего. 10 сортов имеют коэффициент укоренения выше 0,8. Наилучший процент укоренения показал Пузыреплодник калинолистный 'Little Angel', черенки укоренились на 100 % (рисунок 2).



Рисунок 2 – Укоренённые зелёные черенки пузыреплодника калинолистного 'Little Angel'(слева) и спиреи японской 'Anthony Waterer'.

Дерен белый 'Sibirica Variegata' продемонстрировал укореняемость на 88%, обогнав показатели у сорта 'Ivory Halo' на 20%. Вейгела цветущая 'Alexandra' укоренилась на 91%, что опережает результат укоренения другого сорта 'Foliis Purpureis' на 7%. Среди спирей лучший результат у спиреи японской 'Little Princess' - 91%. Немного ниже показатели у

спирей березолистной 'Tor Gold', укоренившейся на 87%, а также у спирей японских 'Goldflame' и 'Anthony Waterer', показатели укоренения которых находятся на уровне 86%, а также спирей японской 'Golden Princess' с показателем 82%. Бересклет крылатый также демонстрирует высокий показатель укоренения – 92%.

### **Выводы**

1. Большинство культур имеют высокий коэффициент укоренения, что подтверждает эффективность технологии размножения данных сортов методом зеленого черенкования в условиях местного климата.

2. Высокий процент укоренения наблюдается также в вариантах с большим количеством черенков, что увеличивает точность опыта.

3. Для культур с невысокими показателями необходимо продолжать исследования, применяя различные стимуляторы ризогенеза и варьируя время заготовки черенков.

### **Список литературы**

1. Аладина О.Н. Оптимизация технологии зеленого черенкования садовых растений / О.Н. Аладина // Известия ТСХА, выпуск 4, 2013 год.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. М.: Колос, 1973. 336 с.
3. Ермаков Б.С. Выращивание саженцев методом черенкования / Б.С. Ермаков // Лесная промышленность, 1975. 152 с.
4. Иванова З.Я. Биологические основы и приемы вегетативного размножения древесных растений стеблевыми черенками / З.Я. Иванова. – Киев : Наукова Думка, 1982. 287 с.
5. Поликарпова Ф.Я. Размножение плодовых и ягодных культур зелеными черенками. М.: ВО Агропромиздат, 1993. 91 с.
6. Тарасенко М.Т. Размножение растений зелеными черенками / М.Т. Тарасенко. М.: Колос, 1967. 352 с.
7. Цепляев А.Н. Влияние стимуляторов корнеобразования на укоренение зеленых черенков декоративных пород в условиях Центрально-черноземной полосы / А.Н. Цепляев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. № 7 (33), 2007.

### **References**

1. Aladina O.N. Optimization of the technology of green cuttings of garden plants / O.N. Aladina // News of the TLC, issue 4, 2013.
2. Dospikhov B.A. Methodology of field experience / B.A. Dospikhov. M.: Kolos, 1973. 336p.
3. Ermakov B.S. Growing seedlings by cuttings / B.S. Ermakov // Forest industry, 1975. 152p.
4. Ivanova Z.Ya. Biological bases and techniques of vegetative reproduction of woody plants by stem cuttings / Z.Ya. Ivanova. Kiev: Naukova Dumka, 1982. 287 p.

5. Polikarpova F.Ya. Reproduction of fruit and berry crops with green cuttings. M.: VO Agropromizdat, 1993. 91 p.
6. Tarasenko M.T. Reproduction of plants by green cuttings / M.T. Tarasenko. M.: Kolos, 1967. 352 p.
7. Tseplyaev A.N. The influence of root formation stimulators on the rooting of green cuttings of ornamental rocks in the conditions of the central chernozem strip / A.N. Tseplyaev // Bulletin of the Altai State Agrarian University No. 7 (33), 2007



Научное издание

ЛЕСОВОДСТВЕННО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОСТИ  
ПРИРОДНЫХ И ИСКУССТВЕННЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

Материалы Международной молодежной научно-практической конференции

Воронеж, 21 февраля 2024 г.

Научный редактор д-р экон. наук, проф. С.С. Морковина

Ответственный редактор Ю.В. Чекменева

Материалы издаются в авторской редакции

Подписано к изданию 18.04.2024. Объем данных 79,3 Мб  
ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»  
394087, г. Воронеж, ул. Тимирязева, 8