



**ФГБОУ ВО "НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. Л. Я. ФЛОРЕНТЬЕВА"**



17
СЕНТЯБРЯ
2025

СБОРНИК ТРУДОВ

**II ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ
УЧАСТИЕМ "ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО: СТРАТЕГИЯ И
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ - 2025"**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Нижегородский государственный
агротехнологический университет имени Л. Я. Флорентьева»

ISBN 978-5-6055450-2-6

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО: СТРАТЕГИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ — 2025

Сборник научных статей по материалам II Всероссийской научно-практической
онлайн-конференции с международным участием
17 сентября 2025 года

Нижний Новгород
2026

УДК 630
ББК 43
Б 53

Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сборник научных статей по материалам II Всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием: г. Нижней Новгород, 17 сентября 2025 г. — Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ им. Л. Я. Флорентьева, 2025. — 195 с.

ISBN 978-5-6055450-2-6

В настоящий сборник вошли статьи ведущих ученых и практиков Российской Федерации (Россия), Республики Беларусь (Беларусь), Республики Казахстан (Казахстан), посвященные актуальным вопросам современного лесного хозяйства в сфере лесоведения и лесоводства, лесной таксации и лесоустройства, лесных культур, селекции и семеноводства, лесопарковому хозяйству и интродукции древесно-кустарниковых видов, экологии лесных сообществ, охраны и защиты леса. В нем представлены результаты оригинальных научных исследований в области борьбы с лесными пожарами и их последствиями, рассматриваются технологии переработки недревесной продукции леса, а также проблемы экономики и управления в агропромышленном и лесном комплексе. Вниманию читателей свой труд представили доктора и кандидаты наук, специалисты-практики, аспиранты и молодые ученые крупных вузов, научно-исследовательских, административно-управленческих, проектно-изыскательских и общественных учреждений и организаций. Включенные в сборник материалы, адресованные специалистам лесного хозяйства и работникам лесного комплекса, будут интересны студентам, магистрантам и аспирантам профильных направлений подготовки, всем, кто занимается исследованиями в лесохозяйственной и сельскохозяйственной отраслях, в сфере озеленения и благоустройства городов, осуществляет природоохранную и просветительскую деятельность.

Рекомендовано к изданию решением методической комиссии факультета лесного хозяйства ФГБОУ ВО «Нижегородского государственного агротехнологического университета имени Л. Я. Флорентьева».

УДК 630
ББК 43

ISBN 978-5-6055450-2-6

© ФГБОУ ВО Нижегородский
ГАТУ им. Л. Я. Флорентьева, 2025
© коллектив авторов, 2025

Содержание

Введение.....	6
СЕКЦИЯ 1: ЛЕСОВЕДЕНИЕ И ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНАЯ ТАКСАЦИЯ И ЛЕСОУСТРОЙСТВО.....	7
М. А. Корец, Р. В. Артемьев. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ ДЕРЕВЬЕВ ПО ДАННЫМ НАЗЕМНОЙ ТАКСАЦИИ, СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ АЭРОФОТОСЪЕМКИ И СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ ИЗ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ (НА ПРИМЕРЕ БОЛЬШЕМУРТИНСКОГО И ХРЕБТОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ)	7
СЕКЦИЯ 2: ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ И ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ, ЛЕСНАЯ СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО	17
Е. А. Громов, А. А. Коротков. ВЛИЯНИЕ КЛЕТОЧНЫХ СОКОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ	17
А. А. Коротков, А. Р. Шевчук. ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛЭП НА РОСТ <i>PINUS SYLVESTRIS</i> L.	22
О. Ю. Храмова, М. И. Полойникова, Е. А. Волкова. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ХВОЙНЫХ ПОРОД.....	26
А. В. Шемякина. АНАЛИЗ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА АРЕНДНЫХ УЧАСТКАХ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ), ЗАБАЙКАЛЬСКОМ КРАЕ И РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ.....	37
СЕКЦИЯ 3: ЭКОЛОГИЯ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ЛЕСА.....	47
А. В. Волокитина, М. А. Корец, Т. М. Софронова. ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЛЕСУ И ЕЁ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ	47
Е. А. Мариничев, Д. С. Муравьева. ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ МОЛОДЫХ ПОСАДОК ТОПОЛЯ ПИРАМИДАЛЬНОГО КИТАЙСКОГО (<i>POPULUS SIMONII</i>) НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА НИЖНИЙ НОВГОРОД.....	56
СЕКЦИЯ 4: ЛЕСНОЕ И ЛЕСОПАРКОВОЕ ХОЗЯЙСТВО, ИНТРОДУКЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ ВИДОВ.	62
Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, А. В. Локтева, К. К. Шпренгер. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ СУБСТРАТОВ НА ОСНОВЕ ТОРФА НА РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ КОНТЕЙНЕРНОМ ВЫРАЩИВАНИИ.....	62
Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, И. А. Шайфлер. КОРРЕЛЯЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ	

ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕЯНЦЕВ С ОТКРЫТОЙ И ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ	70
А. С. Вилков, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, М. А. Крошкин. ИССЛЕДОВАНИЕ ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА ХВОИ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ ДЕНДРАРИЯ НГАТУ ИМ. Л. Я. ФЛОРЕНТЬЕВА	80
А. А. Власов, А. В. Локтева, Н. Н. Иващенко. СОДЕРЖАНИЕ И БАЛАНС ПЛАСТИДНЫХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ПУЗЫРЕПЛОДНИКА КАЛИНОЛИСТНОГО В ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НИЖНЕГО НОВГОРОДА	90
А. В. Локтева, В. А. Панина, В. В. Храмов. НАКОПЛЕНИЕ ХЛОРОФИЛЛА ЛИСТЬЯМИ КЛЕНА БЕЛОГО (<i>ACER PSEUDOPLATANUS</i> <i>L. VAR. 'LEOPOLDII'</i>) В ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НИЖНЕГО НОВГОРОДА.....	105
А. В. Локтева, П. А. Скобеева, А. О. Есичев. ЭФФЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ УКОРЕНЕНИИ ЛОХА СЕРЕБРИСТОГО (<i>ELAEAGNUS COMMUTATA</i> BERNH. EX RYDB.) В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА	117
А. В. Локтева, К. Р. Фортунатова, А. О. Есичев. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ СПИРЕИ ЯПОНСКОЙ (<i>SPIRAEA JAPONICA</i> L.F.) В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА НА ТЕРРИТОРИИ Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА.....	124
Т. В. Мариничева, Н. Н. Бессчетнова. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛОДОВ СОРТОВ ГОЛУБИКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (<i>VACCINIUM ULIGINOSUM</i> L.)	132
И. И. Паникаров, Н. Н. Бессчетнова. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЛОНГИРОВАННОГО УДОБРЕНИЕ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РОЗЫ СОРТА «MONTBLANC»	137
А. Н. Репин, А. В. Локтева, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, В. В. Храмов. ВОДОПОТЕРЯ ПРИ СВОБОДНОМ ВЫСУШИВАНИИ ЛИСТЬЕВ ДЕКОРАТИВНЫХ ФОРМ И СОРТОВ КЛЕНА ОСТРОЛИСТНОГО В ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НИЖНЕГО НОВГОРОДА	143
Е. А. Усова, М. В. Репях. ИНТРОДУКЦИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ В ДЕНДРАРИИ СИБГУ ИМ. М.Ф. РЕШЕТНЕВА	154
А. И. Шабанова, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов. РЕГЕНЕРАТИВНАЯ СПЕЦИФИКА СОРТОВ ГОРТЕНЗИИ ПРИ ЗЕЛЕНОМ ЧЕРЕНКОВАНИИ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО НОВГОРОДА	157
СЕКЦИЯ 5: БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ.....	172
Б. А. Кентбаева, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, Е. Ж. Кентбаев. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БОЯРЫШНИКА	172
СЕКЦИЯ 6: ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ, ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В АПК И ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ.....	182

Е. А. Мариничев, Т. В. Мариничева. ОЦЕНКА ПОРОДНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ.....	182
--	------------

Введение

Сборник научных статей представляет собой результат деятельности II Всероссийской научно-практической онлайн конференции с международным участием «Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития - 2025», состоявшейся 17 сентября 2025 года. Конференция собрала ученых, практиков и представителей государственных структур, заинтересованных в обсуждении актуальных вопросов, касающихся устойчивого управления лесными ресурсами, охраны окружающей среды и повышения эффективности лесного хозяйства.

В условиях глобальных изменений климата и нарастающих экологических вызовов лесное хозяйство становится ключевым элементом в обеспечении экологической устойчивости и сохранении биологического разнообразия. Участники конференции обменялись опытом и представили новейшие исследования, которые направлены на разработку стратегий и внедрение инновационных решений для эффективного управления лесными экосистемами. Настоящий сборник включает статьи, охватывающие широкий спектр тем: от экологических аспектов и технологий лесовосстановления до экономических моделей и социальных факторов, влияющих на развитие лесного сектора. Мы надеемся, что представленные материалы станут полезным инструментом для ученых, студентов и практиков, стремящихся к улучшению состояния лесных ресурсов и повышению их роли в устойчивом развитии общества.

СЕКЦИЯ 1: ЛЕСОВЕДЕНИЕ И ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНАЯ ТАКСАЦИЯ И ЛЕСОУСТРОЙСТВО

УДК 630.2/3, 681.7, 528.8, 004.9

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТЫ ДЕРЕВЬЕВ ПО ДАННЫМ НАЗЕМНОЙ ТАКСАЦИИ, СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОЙ АЭРОФОТОСЪЁМКИ И СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ ИЗ ОТКРЫТЫХ ИСТОЧНИКОВ (НА ПРИМЕРЕ БОЛЬШЕМУРТИНСКОГО И ХРЕБТОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ)

М. А. Корец,

кандидат технических наук, старший научный сотрудник

Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН -

ФИЦ КНЦ СО РАН (ИЛ СО РАН)

Филиал ФГБУ «Рослесинфорг» «Востсиблеспроект»

E-mail: mik@ksc.krasn.ru

ведущий инженер Участка развития дешифровочных методов таксации лесов

Отдела лесоустройства, лесного планирования и проектирования Филиала ФГБУ

«Рослесинфорг» «Востсиблеспроект»

Р. В. Артемьев,

главный специалист Участка развития дешифровочных методов таксации лесов

Отдела лесоустройства, лесного планирования и проектирования Филиала ФГБУ

«Рослесинфорг» «Востсиблеспроект»

E-mail: Artemev.RV@24.roslesinforg.ru

Реферат.

Высота деревьев имеет важное значение для эффективного управления лесами. Традиционные методы измерения, такие как наземная таксация и использование лазерных дальномеров, хотя и являются самыми точными, требуют больших трудовых и финансовых ресурсов. Современные технологии дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) предоставляют быстрые и эффективные способы сбора данных о высоте деревьев. Настоящее исследование сравнивает три подхода к определению высоты деревьев: наземную таксацию, стереоскопическую аэрофотосъемку и спутниковую съемку. Были проанализированы данные наземной таксации, стереоскопической аэрофотосъемки (UltraCamX Prime) и спутниковых снимков, например, Global Sentinel2 Canopy Height 2020

(ETH) и GEDI-лидар. Автоматизированная методика, разработанная в ФГБУ "Рослесинфорг", "Востсиблеспроект", основана на анализе аэрофотоснимков высокого разрешения (менее 0.5 метра на пиксел) в RGBN-диапазоне. Эта методика была применена для сравнения данных наземной таксации и данных дистанционных наблюдений для территории Большемуртинского и Хребтовского лесничеств Красноярского края. Полученные результаты показывают среднюю ошибку около 1.2 м при определении высоты деревьев путем сопоставления данных аэрофотосъемки и наземной таксации. Использование данных открытых источников из сети Интернет (ETH и GEDI-лидар) позволяют получить среднюю точность до 5 м. Несмотря на высокую точность наземной таксации, новые методы ДДЗ демонстрируют значительные преимущества в скорости и масштабируемости, делая их перспективными инструментами для лесохозяйственных целей и планирования лесных территорий. Таким образом, современные технологии дистанционного зондирования представляют собой эффективный инструмент для быстрого и точного мониторинга состояния лесов и обеспечивают потенциал для оптимизации процессов управления лесными ресурсами в России.

Ключевые слова: высота деревьев, высота полога, наземная таксация, стереоскопическая аэрофотосъемка, спутниковая съемка, ДДЗ, ГИС, ETH, GEDI.

Ведение

Определение высоты деревьев играет ключевую роль в оценке состояния лесов и управления ими. Традиционно высота измеряется вручную с использованием рулетки или лазерного дальномера, однако этот процесс трудоемкий и требует значительных временных затрат. Современные технологии дистанционного зондирования Земли (ДДЗ) предлагают альтернативные методы, позволяющие быстро и эффективно получать информацию о высоте деревьев.

В данном исследовании мы сравнили три метода оценки высоты деревьев: наземную таксацию [1], стереоскопическую аэрофотосъемку и спутниковую съемку [2-8]. Для анализа были использованы данные наземной таксации, полученные в результате измерений на местности, данные стереоскопической аэрофотосъемки и данные спутниковой съемки, полученные с помощью спутников (Global Sentinel-2 Canopy Height 2020 г. и GEDI-лидара спутникового базирования 2017-2020 гг.)

В рамках поисковых работ ФГБУ "Рослесинфорг", "Востсиблеспроект" и ИЛ СО РАН в 2024-2025 гг. разрабатывается автоматизированная методика

определения высот деревьев по данным аэрофотосъемки съемки высокого разрешения (менее 0.5 м на местности) в R-G-B-NIR диапазонах. Также выполняется сравнительный анализ высоты древесного полога, определяемой по данным наземной таксации (2024 г.) и по материалам открытых источников в сети Интернет на основе ДДЗ (2020 г.). В данной работе показаны результаты такого анализа для территории Большемуртинского и Хребтовского лесничеств Красноярского края.

Цель исследований – оценить потенциальную пригодность современных методов автоматизированного определения высоты деревьев на основе данных ДДЗ для задач лесного хозяйства и лесоустройства РФ.

Условия, материалы и методы. Результаты и обсуждение

Наземная таксация. Наземная таксация включает непосредственное измерение высоты деревьев на местности. Этот метод считается наиболее точным, поскольку позволяет непосредственно наблюдать дерево и проводить точные замеры. Однако он также является наиболее трудоёмким и дорогостоящим методом, особенно при работе с большими территориями. Для наземной таксации использовались стандартные инструменты (лазерный дальномер). Измерения проводились на участках, представляющих разные типы ландшафта и растительности.

Стереоскопическая аэрофотосъёмка. Стереоскопическая аэрофотосъёмка предполагает использование изображений, полученных с разных углов зрения, для построения трёхмерных моделей объектов. В нашем исследовании использовалась аэрофотосъемка камерой высокого разрешения (UltraCamX Prime с разрешением 0.4 м). Полученные изображения обрабатывались с помощью специализированного программного обеспечения (Agisoft Metashape) для создания 3D-моделей полога на основе плотного облака точек. Расчет высоты деревьев и статистический анализ высоты полога для лесоустроительных выделов, а также картографирование и компоновка результатов осуществлялись в ПО ESRI ArcGIS [9].

Методика обработки данных включает процедуры получения 3D-модели полога на основе плотного облака точек (по данным площадной аэрофотосъемки с перекрытием или лидарного сканирования с самолёта), расчет цифровых моделей местности (ЦММ), рельефа (ЦМР) и полога ($ЦМП = ЦММ - ЦМР$), определение и идентификацию локальных максимумов ЦМП (вершин деревьев), фильтрацию шумов и расчет высот деревьев. Основными

результатом методики является слой точек-вершин деревьев с расчетной высотой и дополнительный растровый слой высоты полога.

Сравнительный анализ точности определения высот деревьев выполнялся в рамках лесоустроительных работ 2024 г. для территории Большемуртинского лесничества Красноярского края. Для построения модели высот полога использовалась съемка панорамной камерой UltraCamX Prime с разрешением 0.4 м в пикселе на местности. Средняя ошибка определения высот деревьев по данным аэрофотосъемки и по данным таксации различными методами, выполненная для 10 пробных площадей составляет ~ 1.2 м (табл. 1).

Таблица 1.

Ошибки определения высот деревьев на пробных площадях (ПП) автоматизированным методом в сравнении с данными наземной таксации

№ ПП	По данным съемки:		Разница с данными таксации высоты в среднем по ПП, м			
	Кол-во деревьев	Ср. высота, м	Метод таксации*:			
			1	2	3	4
1	144	21.0	1.1	1.0	1.1	2.1
2	167	27.6	-5.6	-4.6	-4.1	-2.2
4	135	22.8	1.2	0.2	0.7	2.8
5	118	22.8	1.2	1.2	1.2	1.6
6	126	16.3	3.7	4.7	4.2	7.5
7	183	26.0	0.1	0.1	1.4	2.1
8	138	17.4	7.6	6.6	6.2	8.3
9	137	18.0	6.0	6.0	5.9	7.2
10	166	24.6	-1.6	-2.6	-1.5	-1.1
11	124	26.3	-2.3	-1.3	-1.7	-1.5
	Средняя ошибка по всем ПП		1.1	1.1	1.3	2.7

* Метод таксации: 1 – глазомерная общая, 2 – дешифровочная, 3 – вычисленная общая, 4 – вычисленная дешифровочная

Данные открытых источников (спутниковая съёмка). Дополнительно производилось сравнение средних высот полога лесоустроительных выделов с

данными субметрового разрешения на основе GEDI-лидара (2017-2020 гг.) и 10-метрового разрешения на основе ETH Global Sentinel-2 Canopy Height (2020 г.). Для загрузки данных использовались программные скрипты и открытый архив данных системы Google Earth Engine. На основе вышеуказанных данных на территорию объекта исследования были сформированы растровые слои с пространственными разрешениями 10 м (ETH), 5 м (GEDI) и 1 м (GEDI), для которых внутри лесотаксационных выделов рассчитывались статистические показатели высоты полога: среднее значение ($H_{\text{ср.}}$), среднеквадратичное отклонение ($H_{\text{ско}}$), минимальное ($H_{\text{мин.}}$) и максимальное значение ($H_{\text{макс.}}$).

Дополнительно чтобы снизить влияние неоднородности распределения высот внутри выдела рассчитывалась средневзвешенное по $H_{\text{ско}}$ значение высоты полога ($H2$) с учетом распределения дисперсии высот пикселей между значениями $H_{\text{макс.}}$ и $H_{\text{ср.}}$. Также для снижения влияния фоновых «шумов» (прогалины и низкорослая растительность) значения высот ниже 1.3 м не учитывались в расчетах.

Для оценки точности определения высоты полога использовалось средневзвешенное по коэффициенту состава пород значение высоты древесных ярусов, рассчитанное для каждого лесотаксационного выдела: $H_{\text{такс.}} = \Sigma(H_{\text{пор.}} * KC_{\text{пор.}}) / \Sigma KC_{\text{пор.}}$.

Результатом сравнительного анализа являются повыдельные отклонения высот древесного полога, полученных методом наземной таксации и по данным ДЗ для средних ($\Delta H = H_{\text{такс.}} - H_{\text{ср.}}$) и скорректированных ($\Delta H2 = H_{\text{такс.}} - H2$) значений.

Сводная статистика отклонений высот для тестовых объектов Большемуртинского и Хребтовское лесничеств приведена соответственно в таблицах 2а и 2б (средняя высота ΔH) и таблицах 3а и 3б (скорректированная высота $\Delta H2$).

Таблица 2а.

Статистика отклонений высот древесного полога, полученных методами наземной таксации и ДДЗ, для отклонений средней высоты $\Delta H = H_{\text{такс.}} - H_{\text{ср.}}$.

Территория Большемкртинского лесничества Красноярского края

Показатель	ETH 10м	GEDI 5м	GEDI 1м
Сред.	2.3	-8.7	-8.7
СКО	4.4	4.6	4.5
Мин.	-19.9	-22.5	-22.5

Макс.	24.9	14.0	13.8
Кол-во выделов	39049	38825	38856

Таблица 2б.

Статистика отклонений высот древесного полога, полученных методами наземной таксации и ДДЗ, для отклонений средней высоты $\Delta H = H_{\text{такс.}} - H_{\text{ср.}}$

Территория Хребтовского лесничества Красноярского края

Показатель	ETH 10м	GEDI 5м	GEDI 1м
Сред.	3.9	-5.7	-5.8
СКО	4.1	4.5	4.5
Мин.	-14.7	-19.4	-19.4
Макс.	22.2	17.3	17.1
Кол-во выделов	7870	7866	7867

Таблица 3а.

Статистика отклонений высот древесного полога, полученных методами наземной таксации и ДДЗ, для отклонений скорректированной высоты $\Delta H_2 = H_{\text{такс.}} - H_2$.

Территория Большемкртинского лесничества Красноярского края

Показатель	ETH 10м	GEDI 5м	GEDI 1м
Сред.	3.1	-3.4	-3.2
СКО	4.5	4.9	5.0
Мин.	-19.9	-22.5	-22.1
Макс.	25.4	28.8	39.7
Кол-во выделов	39049	38825	38856

Таблица 3б.

Статистика отклонений высот древесного полога, полученных методами наземной таксации и ДДЗ, для отклонений скорректированной высоты $\Delta H_2 = H_{\text{такс.}} - H_2$.

Территория Хребтовского лесничества Красноярского края

Показатель	ETH 10м	GEDI 5м	GEDI 1м
Сред.	5.3	0.1	0.2
СКО	4.3	4.9	5.0
Мин.	-10.0	-19.1	-19.1

Макс.	27.5	27.8	29.0
Кол-во выделов	7870	7866	7867

Гистограммы распределения отклонений высот для указанных выше случаев приведены на рис. 1 и 2.

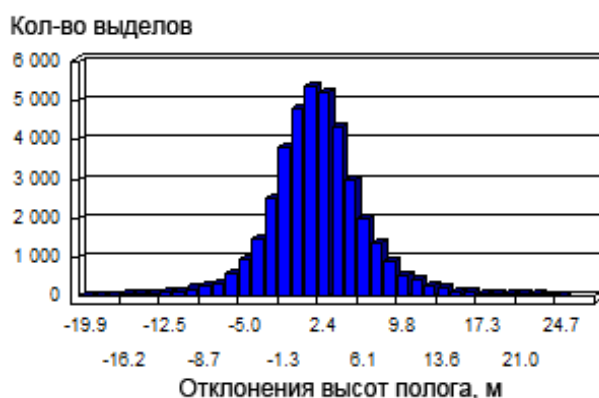


а) ЕТН 10 м, средняя высота



б) GEDI 5 м, скорректированная высота

Рис. 1. Гистограммы распределения отклонений средних высот древесного полога по данным наземной таксации и ДЗЗ: ЕТН 10м, средняя высота (а); GEDI 3м, скорректированная высота (б). Территория Хребтовского лесничества Красноярского края



а) ЕТН 10 м, средняя высота



б) GEDI 5 м, скорректированная высота

Рис. 2. Гистограммы распределения отклонений средних высот древесного полога по данным наземной таксации и ДЗЗ: ЕТН 10м, средняя высота (а); GEDI 3м, скорректированная высота (б). Территория Большемурутинского лесничества Красноярского края

Как видно из вышеприведенных таблиц и рисунков наименьшее отклонение (0.1 м) по средним значениям высоты древесного полога достигается при использовании данных GEDI с разрешением 5 м и применении метода расчета скорректированной по дисперсии высоты внутри выдела. При этом средний разброс значений высот в пределах среднеквадратичного отклонения (СКО) составляет 4.0 – 4.9 м. Данные ETH 10м демонстрируют большее среднее отклонение от таксации 0.6 - 3.9 м при меньшем разбросе СКО: 3.2 - 4.1 м.

Выводы

Анализ данных стереоскопической аэрофотосъёмки показал, что этот метод обеспечивает достаточно точное определение высоты деревьев. Среднее отклонение составило около 1 метра, что приемлемо для большинства приложений лесного хозяйства. Преимуществом этого метода является возможность быстрого покрытия больших территорий и относительно низкая стоимость по сравнению с наземной таксацией.

Данные спутниковой съёмки позволили получить общее представление о распределении высот деревьев на исследуемой территории. Несмотря на то, что средняя ошибка была выше, чем у предыдущих методов (около 5 метров), этот метод оказался полезным для крупномасштабных исследований и долгосрочного мониторинга изменения лесной структуры.

Таким образом учитывая полученную в работе точность результатов, наряду с довольно затратными по трудоемкости расчетными данными стереоскопической аэрофотосъёмки можно также рекомендовать к использованию открытые продукты ETH-10м и GEDI-1-5м с приоритетом последнего, как наиболее детального в пространственном отношении.

Заключение

Каждый из рассмотренных методов обладает своими преимуществами и недостатками. Наземная таксация остаётся золотым стандартом благодаря своей точности, но её применение ограничено масштабом и стоимостью работ. Стереоскопическая аэрофотосъёмка сочетает в себе умеренную точность и способность покрывать большие площади, делая её привлекательной для многих практических применений. Спутниковая съёмка, хотя и менее точна, полезна для изучения крупных регионов и отслеживания динамики лесных сообществ.

При выборе метода важно учитывать цели исследования и доступность ресурсов. Например, если задача заключается в определении точной высоты отдельных деревьев, предпочтительнее использовать наземную таксацию или стереоскопическую аэрофотосъемку. Если же целью является оценка общей структуры леса на обширной территории, спутниковые данные будут более целесообразны.

Работа выполнена в рамках государственного задания "Динамика компонентов углеродного цикла экосистем Сибири в меняющемся климате" (FWES-2024-0023).

Литература

1. Инструкция по проведению лесоустройства в лесном фонде России. Под ред. Минаева Л.Ю. / Ч.1. Организация лесоустройства. - М.: Воениздат, №6, 1995. – 274с.
2. Дворяшин М.В., Скудин В.М., Корец М.А. Аэрокосмические методы мониторинга лесных территорий. Опыт применения в Восточной Сибири. Красноярск: Изд-во «Литера-Принт», 2011. – 152 с.
3. Корец М.А., Скудин В.М. Автоматизированное дешифрирование лесотаксационных выделов по материалам космической съемки и цифровой модели рельефа местности // ИнтерКарто/ИнтерГИС. Материалы Междунар. конф. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. – Т. 24, ч. 2. – С. 94–105, DOI: 10.24057/2414-9179-2018-2-24-94-105
4. Корец М.А., Старовойтов Д.И., Прокушкин В.С. Автоматизированное дешифрирование лесотаксационных выделов по материалам космической съемки и цифровой модели рельефа местности. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию создания Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН «Лесные биогеоценозы бореальной зоны: география, структура, функции, динамика». 16-19 сентября 2014 г., Красноярск. Новосибирск. Изд-во Сибирского отделения Российской академии наук, 2014. С. 215-428.
5. Корец М.А. Использование объектно-ориентированного подхода для автоматизированного дешифрирования лесотаксационных выделов по материалам космической съемки и цифровой модели рельефа местности. Материалы международной научной конференции «Региональные проблемы дистанционного зондирования Земли», 23-36 сентября 2014 г., Красноярск, ИКИТ СФУ. С. 294-298.
6. Корец М.А., Рыжкова В.А., Данилова И.В., Прокушкин А.С. Методика автоматизированного картографирования растительности по материалам космической съемки и цифровой модели рельефа местности // Материалы II Междунар. науч. конференция, 22–25 сентября 2015, г. Красноярск / науч. ред. Е. А. Ваганов; отв. ред. М. В. Носков. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2015. С. 169 – 173.
7. Korets M.A., Mapping forest inventory stands based on segmentation of a digital elevation model and satellite images // South-Eastern European Journal of Earth Observation and Geomatics, Issue Vo3, No2S, 2014. – P. 513-516.
8. Korets, M. A., Ryzhkova, V. A., Danilova, I. V., and Prokushkin, A. S.: Vegetation cover mapping based on remote sensing and digital elevation model data, Int. Arch. Photogramm.

Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLI-B8, 699-704, doi:10.5194/isprs-archives-XLI-B8-699-2016, 2016. (<http://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLI-B8/699/2016/>)

9. Руководство пользователя «ArcGIS 10.2» / ESRI, 380 New York Street, Redlands, CA 92373-8100, USA, 2013

СЕКЦИЯ 2: ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ И ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ, ЛЕСНАЯ СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО

УДК 630.232.318

ВЛИЯНИЕ КЛЕТОЧНЫХ СОКОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Е. А. Громов, А. А. Коротков

Сибирский государственный университет науки и технологий
им. М.Ф. Решетнева
E-mail: nyamker@gmail.com

Проведено изучение влияния клеточных соков фитомассы древесных растений на посевные качества семян сосны обыкновенной, разного класса качества. Растворы клеточных соков использовали как стимулятор прорастания семян в 10% концентрации, в качестве контроля дистиллированная вода.

По результатам исследования было отмечено ингибирующее действие растворов клеточных соков ивы козьей и ели сибирской на семена первого и второго классов качества. При этом раствор клеточных соков березы повислой оказывает стимулирующее действие на всхожесть семян всех классов качества, уменьшая энергию прорастания у семян первого и второго классов.

Ключевые слова: клеточные соки, сосна обыкновенная, семена, всхожесть, энергия прорастания, стимуляторы роста

Введение

Из года в год возрастает потребность в посадочном материале как для текущего лесовосстановления, так и для компенсационных лесопосадок, а значит потребность в посевном материале также возрастает. Семян первого класса качества не всегда хватает для этих целей. Использование стимуляторов растительного происхождения является одним из перспективных способов улучшения посевных качеств семенного материала других классов, используемого в лесовосстановлении. Использование стимулирующих веществ, растительного происхождения изучали многие авторы [2-4, 7]. Так в работе Бессчетновой и др. [5], было изучено влияние водных растворов препарата ЭкоФус в разных концентрациях, в предпосевной обработке семян ели европейской (*Picea abies* (L.) Н. Karst.). Опыт показал увеличение показателей технической всхожести и энергии прорастания семян на 12,38 и 28,81% соответственно [5]. Высокую эффективность при применении стимуляторов роста при проращивании семян хвойных пород установила в своих работах Острошенко В. Ю. [6].

Цель исследований

Целью данной работы было изучение влияния растворов клеточных соков на прорастание семян сосны обыкновенной, в частности на семена с низкими посевными качествами. Мы ставили перед собой задачу найти способ улучшения всхожести у низкокачественных и лежалых семян.

Условия, материалы и методы

Для проведения исследования были использованы семена сосны обыкновенной I, II и III класса.

Семена были разделены на три группы (по классам качества) по 400 шт. в каждой из которых выделяли четыре варианта – контроль и соки 10% концентрации (березы повислой (*Betula pendula* Roth.), ивы козьей (*Salix caprea* L.), ели сибирской (*Picea obovate* Ledeb.). Семена каждой группы стимулятора замачивались на 36 часов в растворе определенного клеточного сока. После замачивания семена помещали на фильтровальную бумагу в чашках Петри для проращивания, проветривали и поддерживали влажность. Контрольная группа замачивалась в дистиллированной воде так же на 36 часов, проращивалась по той же методике. Подсчет количества проросших семян проводился на 3, 5, 7, 10 и 15 дни, согласно ГОСТ [1]. Проросшие семена изымались из чашек Петри. Количество проросших семян заносили в ведомость.

Результаты и обсуждение

Данные по всхожести семян, полученные в ходе проведения эксперимента были внесены в таблицу 1

Таблица 1 – Данные по всхожести семян, полученные в ходе проведения исследования

Раствор	Класс качества	Обозначение дней учета				
		3	5	7	10	15
		Число, месяц, учета				
		3.05	5.05	7.05	10.05	15.05
Контроль	I	6/94	56/38	18/20	3/17	0/17
	II	0/100	18/82	12/70	28/42	2/40
	III	9/91	20/71	10/61	3/58	3/55
<i>Picea obovata</i>	I	6/94	21/73	4/69	6/63	2/61
	II	2/98	6/92	18/76	10/66	2/64
	III	1/99	16/83	25/58	9/49	1/48

Окончание таблицы 1

Раствор	Класс качества	Обозначение дней учета				
		3	3	3	3	3
		Число, месяц, учета				
		3.05	3.05	3.05	3.05	3.05
<i>Salix caprea</i>	I	0/100	9/91	4/87	13/74	9/63
	II	2/98	6/92	18/76	8/68	0/68
	III	4/96	18/78	12/66	10/56	3/53
<i>Betula pendula</i>	I	23/77	12/65	29/36	29/7	0/7
	II	4/96	30/66	16/50	22/28	0/28
	III	2/98	15/83	11/72	37/35	0/35

Получение данные были обработаны, результаты занесены в таблицу 2

Таблица 2 – Посевные качества семян сосны обыкновенной, после обработки растворами клеточных соков

Раствор	Класс качества	Всхожесть техническая, %	Энергия прорастания за 7 дней, %	Средний семенной покой, дни
Контроль	I	83	80	5,46
	II	60	30	8,06
	III	45	39	6,04
Ель	I	39	31	6,17
	II	36	24	7,68
	III	52	42	6,98
Ива	I	37	13	9,65
	II	32	24	7,11
	III	47	34	7,04
Береза	I	93	64	6,68
	II	72	50	6,86
	III	65	28	8,12

Для наглядности в разнице всхожести между контрольной группой и семенами, обработанными растворами клеточных соков, были рассчитаны отклонения в показателях. Результаты расчётов показаны на рисунке 1.

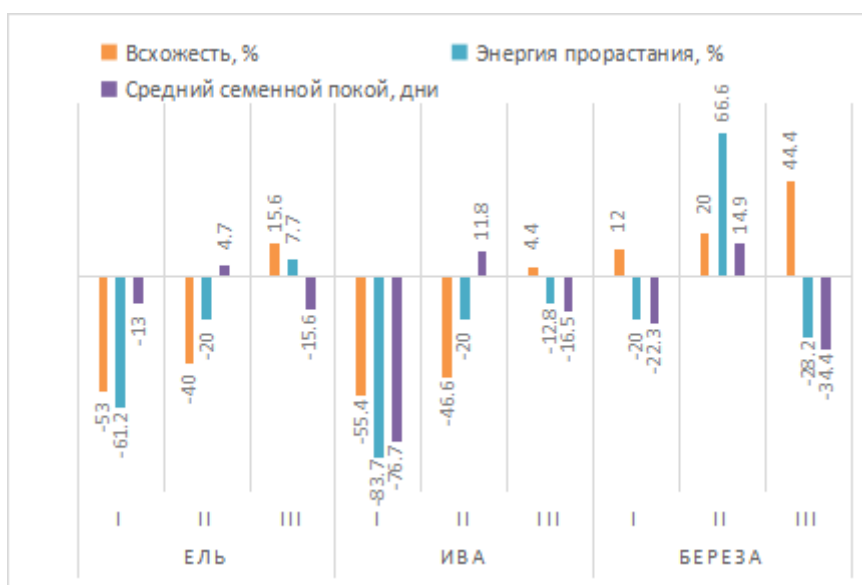


Рисунок 1 – Диаграмма отклонений посевных качеств семян, обработанных растворами клеточных соков, от контрольной группы

По результатам исследования, лучшие показатели всхожести и энергии прорастания отмечены у семян, замоченных в растворе клеточных соков березы повислой. Отклонения от контроля по технической всхожести составили 12%, 20% и 44,4% для семян I, II и III классов качества соответственно, так же эти варианты превосходят контроль по энергии прорастания на 66,7% для семян II класса качества. Семена третьего класса качества, обработанные растворами клеточных соков ели сибирской и ивы козьей показали превышения по показателям всхожести, относительно контроля. Отклонение составило 15,6% для семян, замоченных в растворе клеточных соков ели сибирской и 4,4% для клеточных соков ивы козьей. Так же раствор клеточных соков ели сибирской показал незначительные положительные изменения энергии прорастания для семян третьего класса качества. Семена I и II классов качества, после замачивания в растворах клеточных соков ели сибирской и ивы козьей показали снижение посевных качеств, что отразилось в уменьшении показателей всхожести, относительно контрольной группы, они составили для клеточных соков ели 53% и 40% у I и II классов качества соответственно. Для клеточных соков ивы отклонение составило 55,4% и 46,6% для семян I и II классов качества соответственно. Кроме того, семена первого класса качества, обработанные растворами клеточных соков ели и ивы, показали значительное уменьшение показателей энергии прорастания. Энергия прорастания уменьшилась относительно контроля на 61,2% для раствора клеточных соков ели и на 83,7% для раствора клеточных соков ивы. Отмечено, что все растворы

клеточных соков показали уменьшение энергии прорастания для каждого из классов качества семян, за исключением клеточных соков березы для семян второго класса качества и клеточных соков ели для семян третьего класса качества.

Выводы

Из полученных в ходе исследования данных следует, что растворы клеточных соков, представленных растений, за исключением березы повислой, оказывают ингибирующие воздействие на семена сосны обыкновенной первого и второго класса качества, при использовании данной технологии обработки семенного материала. При этом растворы клеточных соков ели и ивы показывают незначительное улучшение посевных качеств для семян третьего класса, а раствор клеточных соков березы оказывает значительное стимулирующее воздействие на семена второго и третьего классов качества, незначительно улучшая всхожесть первого класса, но отрицательно влияя на энергию прорастания. Соответственно, растворы клеточных соков растений, использованных в данном исследовании можно использовать для улучшения посевных качеств семян сосны обыкновенной третьего класса, особенно можно отметить раствор клеточных соков березы повислой, который оказывает положительное воздействие на всхожесть семян всех классов качества.

Литература

1. ГОСТ 13056.6-97 семена деревьев и кустарников метод определения всхожести: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 21 ноября 1997 г. / разработан Центральной лесосеменной станцией Федеральной службы лесного хозяйства России, 1998. - 28 с. - Текст непосредственный.
2. Егорова А. В., Влияние хвойного экстракта на проращивание семян сосны обыкновенной // Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции. 2014. С. 38-43.
3. Исаева Е. В., Влияние концентрации водорастворимых веществ тополя и света на ростовые показатели семян сосны // Лесной и химический комплексы - проблемы и решения. 2022. С. 322-324.
4. Храмченкова О. М. Влияние экстрактов из лишайников на прорастание семян сосны обыкновенной // Бюллетень Брянского отделения РБО. 2018. №2. С. 50-55
5. Стимулирующий эффект препарата Экофус в предпосевной обработке семян ели европейской / Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, О. Ю. Храмова, Л. А. Дорожкина // Агрохимический вестник. – 2017. – № 2. – С. 41-44. – EDN YKJTBV.
6. Острошенко, В. Ю. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / В. Ю. Острошенко, Л. Ю. Острошенко // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2023. – № 4(394). – С. 93-104. – DOI 10.37482/0536-1036-2023-4-93-104. – EDN BZZEAL. Острошенко, В. Ю. Влияние

стимулятора роста "Эпин-Экстра" на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / В. Ю. Острошенко // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 11(134). – С. 208-218. – EDN ZXFLBT.

7. Коротков, А. А. Исследование влияния ростостимулирующих веществ на прорастание семян хвойных растений / А. А. Коротков, Ж. А. Кох // Хвойные бореальной зоны. – 2023. – Т. 41, № 6. – С. 541-545. – DOI 10.53374/1993-0135-2023-6-541-545. – EDN VJSAOM.

УДК 630.181:582.475.4

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЛЭП НА РОСТ *PINUS SYLVESTRIS* L.

*А.А. Коротков, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
А.Р. Шевчук*

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный
университет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева»
E-mail: hbz@sibsau.ru

Реферат

Все растения, где бы они ни произрастали, постоянно подвергаются естественному влиянию магнитного поля нашей планеты. В результате естественного отбора в процессе своей эволюции они адаптируются к нему. В работе приведены экспериментальные исследования целью которых было изучение влияния электромагнитного излучения линии электропередач на рост *Pinus sylvestris* L. Исследования проводились на двух пробных площадях. Первая пробная площадь находится в зоне воздействия электромагнитного излучения (ЛЭП-500 кВ) на расстоянии от 5 до 30 м непосредственно от самих опор, вторая площадь являлась контрольной. В результате проведенного исследования была выявлена прямая зависимость между увеличением радиального прироста и удалением от линии электропередач. Показатели высоты и прироста у деревьев, произрастающих под ЛЭП не отличается от деревьев, растущих вне зоны влияния электромагнитного излучения.

Ключевые слова электромагнитное излучение, линия электропередач, *Pinus sylvestris* L., радиальный прирост.

Введение

Линии электропередачи являются ключевым звеном энергосистемы нашей страны обеспечивая бесперебойное прохождение и подачу электроэнергии всем категориям потребителей. В свою очередь, воздушные линии высокого и сверхвысокого напряжения оказывают негативное воздействие на живые организмы, ибо частота и напряжение промышленного

электромагнитного излучения в сотни раз превосходят эти показатели естественного геомагнитного поля Земли.

Известно, что древесные насаждения используют для создания экрана против негативного воздействия электромагнитного поля ЛЭП на сельскохозяйственные культуры. Однако, древесные растения также чувствительны к негативным изменениям внешней среды и под влиянием электромагнитной эмиссии испытывают изменения на разных уровнях.

Воздействие электромагнитного поля (ЭМП) на почву зависит от концентрации соединений железа и гумуса в самой почве. Электрическое поле вызывает перестройку элементов почвы, влияет на процесс почвообразования, а так же оказывает стимулирующее действие на рост зелёных растений на начальной стадии развития, затем действие ЭМП становится угнетающим [1, 3, 5].

Электромагнитные поля возникающие в результате деятельности человека в несколько, а иногда и много раз сильнее естественного магнитного поля Земли [2].

В процессе эволюции, живые организмы приспособились к определенному уровню электромагнитного поля, однако, резкое повышение уровня ЭМП вызывает напряжение адаптационно-компенсаторных возможностей организма, длительное действие этого фактора может привести к их истощению, что повлечет необратимые последствия на системном уровне [4, 6].

Среди источников электромагнитных полей линии электропередачи занимают особое место излучение которых нежелательное, хотя и неизбежное, явление. Требования к передаче больших мощностей с меньшими относительными потерями приводят к необходимости использования высоких напряжений, которые, безусловно, оказывают влияние на живые организмы, обитающие в районе расположения ЛЭП, в том числе на растения.

Биологическое влияние электрических и магнитных полей на живые организмы достаточно много исследовалось и сейчас эта тема по-прежнему остается актуальной.

Цель исследований

Целью исследований стало изучение влияния электромагнитного излучения ЛЭП на рост Сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.).

Условия, материалы и методы

Исследование проводилось в зоне прохождения линий электропередачи сверхвысокого класса напряжения (ЛЭП-500 кВ), а также в экологически чистом районе.

Исследования проводились на двух пробных площадях. На первой площади обследовались молодняки и жердняки, которые в течение всего жизненного периода испытывали воздействие электромагнитного излучения ЛЭП-500 кВ, то есть молодые деревья, возраст которых не превышает 40 лет на расстоянии от 5 до 30 м непосредственно от самих опор. На второй площадке также были обследованы молодые деревья, не подвергавшиеся электромагнитному излучению вдали от ЛЭП.

Результаты и обсуждение

В результате проведенных исследований высота деревьев на первой пробной площади составила в среднем 2,0 м, а на пробной площади два – 1,8 м, что на 10% больше контроля, без существенных различий. Диаметр на высоте груди (1,3 м), так и у корневой шейки (0,1 м) в первом варианте был на 55% и 29% хуже контрольного варианта (пробная площадь два), что доказано статистически (таблица). Средний прирост за последние пять лет, не имел существенных различий между сравниваемыми пробными площадями.

Таблица 1 – Биометрические показатели.

Пробная площадь	Статистические показатели					
	Хср	±m	±G	V,%	P,%	tф, при t05=1,98
Высота дерева, м						
1	2,0	0,10	0,69	34,46	4,87	1,56
2	1,8	0,08	0,60	32,54	4,60	
Диаметр дерева на высоте 1,3 м, см						
1	1,1	0,06	0,41	38,04	5,38	6,51
2	1,7	0,07	0,48	37,36	5,37	
Диаметр дерева на высоте 0,1 м, см						
1	2,1	0,10	0,69	32,25	4,56	3,66
2	2,7	0,13	0,95	35,65	5,04	
Прирост 2024 год, м						

1	0,14	0,004	0,03	22,06	3,12	0
2	0,14	0,005	0,03	24,97	3,53	
Прирост 2023 год, м						
1	0,14	0,004	0,03	23,11	3,27	1,77
2	0,13	0,004	0,03	23,69	3,35	
Прирост 2022 год, м						
1	0,13	0,005	0,03	24,29	3,43	0
2	0,13	0,005	0,03	24,78	3,50	
Прирост 2021 год, м						
1	0,13	0,003	0,02	17,03	2,41	0
2	0,13	0,003	0,02	18,15	2,57	
Прирост 2020 год, м						
1	0,13	0,003	0,02	16,84	2,38	1,20
2	0,12	0,004	0,03	21,66	3,06	

Значение высоты немного выше на первой пробной площади у молодых деревьев без существенных различий. Показатели диаметра, напротив, выше у деревьев на второй пробной площади. Средние значения приростов за все 5 лет близки по своему значению.

Вывод (ы)

В результате проведенного исследования была выявлена прямая зависимость для сосны обыкновенной между увеличением радиального прироста и удалением от линии электропередач сверхвысокого класса напряжения (ЛЭП-500 кВ). Показатели высоты и прироста у деревьев, произрастающих под ЛЭП не отличается от деревьев, растущих вне зоны влияния электромагнитного излучения.

Литература

1. Горшкова, А. С. Оценка воздействия высоковольтных линий электропередачи на почвы и растительность (на примере Яузского лесопарка национального парка "Лосиный остров") / А. С. Горшкова, О. А. Хлебосолова, А. А. Иванов // География: развитие науки и образования : Коллективная монография по материалам Всероссийской, с международным участием, научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения В.Л. Комарова, 135-летию со дня рождения П.В. Гуревича, 90 -летию со дня рождения В.С. Жекулина, Санкт-Петербург, 18–21 апреля 2019 года / Ответственные редакторы С.И. Богданов, Д.А. Субетто, А.Н. Паранина. Том II. – Санкт-Петербург: Центр научно-информационных технологий "Астерион", Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2019. – С. 87-90. – EDN SJVWMY.
2. Чехов, В.И. Экологические аспекты передачи электроэнергии: учебное пособие для вузов / В.И. Чехов; под ред. Г.К. Зарудского. – М.: МЭИ, 1991. – 44с.

3. Новичкова, Е. А. Влияние электромагнитного поля ЛЭП-110 КВ на морфометрические показатели и концентрацию фотосинтетических пигментов у клена ясенелистного *Acer negundo* L. / Е. А. Новичкова, В. Г. Подковкин // Вестник Самарского государственного университета. Естественная серия. – 2007. – № 8(58). – С. 173-181. – EDN IBVVR

4. Яременко, А. В. Экономическая оценка последствий воздействия электромагнитного излучения на состояние окружающей среды и здоровье населения : специальность 08.00.05 "Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности, в т.ч.: экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами; управление инновациями; региональная экономика; логистика; экономика труда; экономика народонаселения и демография; экономика природопользования; экономика предпринимательства; маркетинг; менеджмент; ценообразование; экономическая безопасность; стандартизация и управление качеством продукции; землеустройство; рекреация и туризм)" : диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Яременко Александр Валентинович. – Москва, 2011. – 172 с. – EDN QFEXRB.

5. Определение подходов к нормированию воздействия антропогенного электромагнитного поля на природные экосистемы / О. А. Григорьев, Е. П. Бичелдей, А. В. Меркулов [и др.] // ЕЖЕГОДНИК Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений 2002. – Москва : Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Российский университет дружбы народов", 2002. – С. 46-75. – EDN SFHYAP.

6. Фирсова, Т. Н. Изменчивость роста сосны кедровой сибирской и сосны обыкновенной под влиянием электромагнитного излучения в пригороде Красноярска / Т. Н. Фирсова, Д. Е. Копченко // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Красноярск, 22–23 апреля 2021 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2021. – С. 111-115. – EDN GGGGLP.

УДК:630.232.3

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА ЭНЕРГИЮ ПРОРАСТАНИЯ И ВСХОЖЕСТЬ СЕМЯН ХВОЙНЫХ ПОРОД

*О.Ю. Храмова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
М.И. Полойникова, кандидат сельскохозяйственных наук
Е. А. Волкова, магистр 1 курса гр. 25Мз-Лес-25*

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева»
E-mail: hoy1368@gmail.com

Реферат. Исследовали качественные характеристики и эффективность влияния различных стимуляторов роста на энергию прорастания и техническую всхожесть семян сосны обыкновенной и лиственницы сибирской. Для исследования качества семян применяли стандартные методики [2, 3, 4] Массу 1000 штук определяли по ГОСТу 13056.4-67 [2] при помощи электронных весов ОНАУС SPX123 с точностью до 0,001 гр. Техническую (лабораторную) всхожесть и энергию прорастания семян определяли методом проращивания в соответствии с ГОСТом 13056.6 – 97 [3]. Качество семян определяли в

соответствии с ГОСТом 14161-86 [4]. Семена перед закладкой на проращивание намачивали в различных стимуляторах роста. В качестве стимуляторов использовали следующие препараты:

- раствор НВ-101 (2 капли на 1 л) - 12 ч.;
- раствор Эпин (2 капли на 100 мл) – 4-5 ч.;
- раствор Гумат+7 (1 гр на 1 л) - 20-22 ч.

Установлено, что семена сосны обыкновенной из Балахнинского района в целом имеют более низкие показатели качества, чем семена сосны обыкновенной из Зеленого Города – меньшую массу 1000 шт., более низкую всхожесть, большее количество пустых семян. Масса 1000 шт. семян незначительно ниже средней массы семян данной породы, установленной по литературным данным, что объясняется большим количеством пустых семян (34 %). В соответствии с ГОСТом по всхожести в контрольном варианте класс качества исследованных семян сосны обыкновенной – 3, семян лиственницы сибирской - 1. Все применяемые стимуляторы роста оказали положительное влияние на абсолютную всхожесть семян сосны обыкновенной, но наиболее эффективным оказался Эпин. Обработка раствором эпина (2 капли на 100 мл воды) в течение 4-5 часов повысила энергию прорастания и всхожесть семян сосны обыкновенной из Балахнинского района на 28 %, семян из Зеленого города – на 8 %, а также способствовала снижению до минимума количества загнивших семян. Установлено также незначительное положительное влияние препарата Гумат+7 на семена лиственницы сибирской – повышение энергии прорастания на 12 %, абсолютной всхожести - на 5 %. Отмечено, что обработка Эпином замедлила прорастание семян этой породы и увеличила их период покоя на 1,6 дня.

Ключевые слова: семена, сосна обыкновенная, лиственница сибирская, масса 1000 штук, энергия прорастания, техническая всхожесть, средний семенной покой, абсолютная всхожесть.

Введение. Продуктивность искусственно созданных лесных насаждений напрямую зависит от качества посадочного и семенного материала. В настоящее время разработано и выпускается множество различных стимуляторов и регуляторов роста, позволяющих значительно ускорить прорастание семян и повысить устойчивость сеянцев. Однако эффективность их применения при выращивании посадочного материала основных лесобразующих хвойных пород изучена недостаточно. Большинство коммерческих препаратов разработаны для сельхозкультур, а их дозировки и схемы применения не адаптированы к лесным питомникам. Сотрудники кафедры «Лесные культуры» Нижегородского НГАТУ им. Л.Я. Флорентьева совместно со студентами последовательно и разнопланово проводят исследования по оценке качества семян различных древесных и кустарниковых пород, в том числе и пород-интродуцентов, а также оценивают эффективность применения различных препаратов для их предпосевной подготовки [1, 6, 7, 9, 10]. Объектами данного исследования являлись семена сосны обыкновенной, заготовленные в естественных насаждениях Нижегородской области в Балахнинском районе и курортном поселке Зеленый город и семена

лиственницы сибирской, заготовленные в насаждениях Республики Тывы. Предметом исследования служили качественные показатели семян – масса 1000 штук, энергия прорастания, техническая всхожесть, а также влияние на них различных стимуляторов роста.

Цель исследований установление качества семян и выявление наиболее эффективных биопрепаратов для ускорения их прорастания.

Условия, материалы и методы. Для исследования качества семян применяли стандартные методики [2, 3, 4] Массу 1000 штук определяли по ГОСТу 13056.4-67 [2] при помощи электронных весов ОНАУС SPX123 с точностью до 0,001 гр. Техническую (лабораторную) всхожесть и энергию прорастания семян определяли методом проращивания в соответствии с ГОСТом 13056.6 – 97 [3]. Для прорастания семян использовали аппарат для проращивания. Анализ проводили в течение 15 суток. Учет проросших семян сосны обыкновенной проводили в соответствии с ГОСТом [3] на 5-е, 7-е, 10-е и 15-е сутки после начала проращивания, семян лиственницы сибирской – на 7-е, 10-е и 15-е сутки после начала проращивания. Энергию прорастания семян вычисляли за 7 суток, техническую всхожесть – за 15 суток. В день окончательного учета оставшиеся на ложе не проросшие семена взрезывали вдоль зародыша отдельно по каждой пробе и определяли количество здоровых, загнивших, беззародышевых и пустых. По количеству проросших семян в каждый день учета рассчитывали средний семенной покой - среднее число дней с момента закладки семян для проращивания до появления ростков. По установленной в результате анализа технической всхожести и среднему количеству пустых семян рассчитывали абсолютную всхожесть семян - процент проросших за установленный срок семян от заложенных на проращивание полнотелых семян.

Семена перед закладкой на проращивание намачивали в различных стимуляторах роста. В качестве стимуляторов использовали следующие препараты:

- раствор НВ-101(2 капли на 1 л) - 12 ч.;
- раствор Эпин (2 капли на 100 мл) – 4-5 ч.;
- раствор Гумат+7 (1гр на 1 л) - 20-22 ч.

Препарат НВ-101 - концентрированный несинтезированный питательный состав, выработанный из экстрактов растений, известных своим долголетием и

большой жизненной силой: гималайского кедра, кипариса, сосны и подорожника. Это полностью натуральный препарат повышает энергию прорастания и всхожесть семян, поддерживает и стимулирует рост растений и их иммунную систему.

Эпин - синтетический стимулятор роста и антистрессовый адаптоген для растений, содержащий эпибрасинолид, который повышает устойчивость растений к неблагоприятным условиям и способность быстро адаптироваться к изменениям в окружающей среде, защищает от болезней и заморозков, восстанавливает повреждения, стимулирует рост.

Гумат+7 (жидкий концентрат) - гуминовое удобрение, основу которого составляют природные гуминовые кислоты высококислотных бурых углей. Гуминовое удобрение стимулирует развитие полезных почвенных микроорганизмов, ускоряет всхожесть семян, способствует развитию мощной корневой системы растений, обеспечивает повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам окружающей среды (понижение температуры, недостаточные освещенность и увлажнение и т.п.).

Контролем для всех вариантов служили семена, намоченные в обычной воде в течение 22 часов. Математическую обработку исходных данных выполняли в программе Microsoft Office Excel.

Результаты и обсуждение. Семена сосны обыкновенной, заготовленные в разных районах Нижегородской области, существенно различаются по массе. Масса 1000 штук семян из Балахнинского района составляет 6,3 грамма и близка к среднестатистической массе семян данной породы (6,0 гр.), приведенной в справочной литературе [5, 8]. Масса семян из Зеленого города оказалась значительно (на 54 %) выше и составила 9,7 грамма. Масса 1000 штук семян лиственницы сибирской из республики Тыва составила 6,6 грамма, что ниже средней массы (7,2 гр.) семян этой породы, приведенной в справочной литературе [5, 8]. Результаты проращивания семян сосны обыкновенной по вариантам опыта приведены в таблице 1 на рисунке 1.

Таблица 1 - Результаты определения энергии прорастания и технической всхожести семян сосны обыкновенной по вариантам

Район Зеленый заготовки	Препарат	Всего штук	Количество проросших семян по дням учета				Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
			5	7	10	15		
Зеленый	Контроль	100	38	23	12	4	61	77

	(вода)							
	Раствор НВ-101	100	31	21	16	10	52	78
	Эпин	100	42	20	17	4	62	83
	Гумат+7	100	46	17	9	5	63	77
Балахнинский район	Контроль (вода)	100	34	16	8	5	50	65
	Раствор НВ-101	100	41	19	5	1	60	68
	Эпин	100	49	15	14	5	64	83
	Гумат+7	100	39	13	9	10	53	72

На проращение семян сосны обыкновенной из Балахнинского района все применяемые стимуляторы роста оказали положительное влияние. Наибольший положительный эффект отмечен в варианте после обработки их раствором Эпина - энергия прорастания и всхожесть семян из Балахнинского района увеличилась на 28 %, семян из Зеленого города – на 8 % по сравнению с контролем. Обработка раствором НВ-101 незначительно снизила энергию прорастания семян из Зеленого города и практически не повлияла на их всхожесть. Всхожесть семян сосны обыкновенной в контрольном варианте из Зеленого города составила 77 %, семян из Балахнинского района - 65 %. В соответствии с ГОСТом 14161-86 [4] исследуемые семена относятся к 3 классу качества. Результаты определения энергии прорастания и технической всхожести семян лиственницы сибирской представлены в таблице 2 и на рисунке 2.

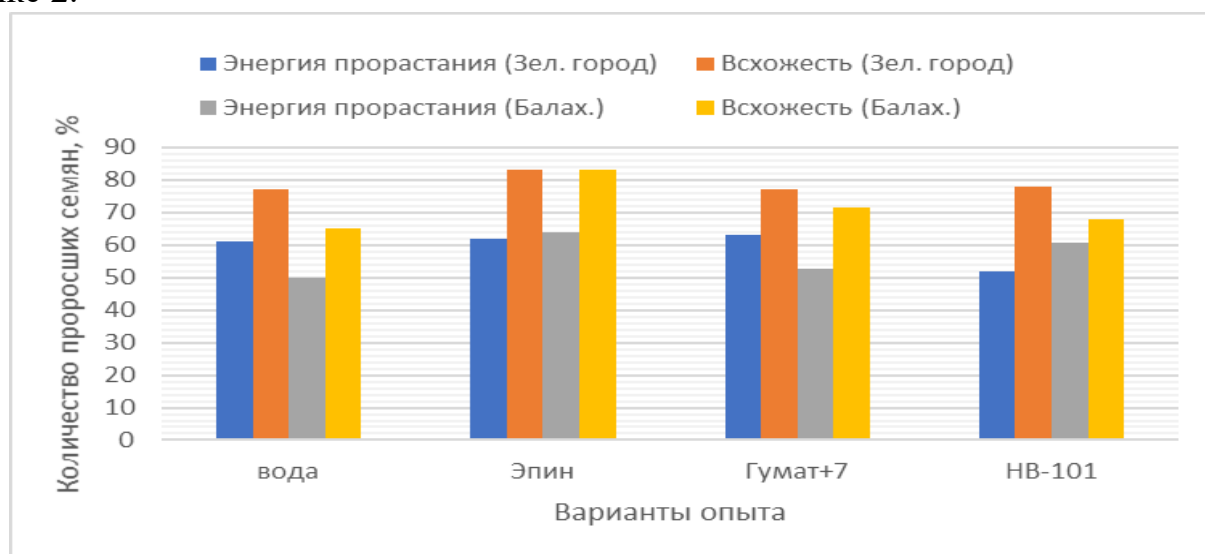


Рисунок 1 – Энергия прорастания и техническая всхожесть семян сосны обыкновенной по вариантам

Таблица 2 – Результаты определения энергии прорастания и технической всхожести семян лиственницы сибирской по вариантам

Препарат	Всего штук	Количество проросших семян по дням учета			Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
		7	10	15		
Контроль (вода)	100	43	15	2	43	60
Эпин	100	23	25	9	23	57
Гумат+7	100	48	9	2	48	58
НВ-101	100	42	11	3	42	57

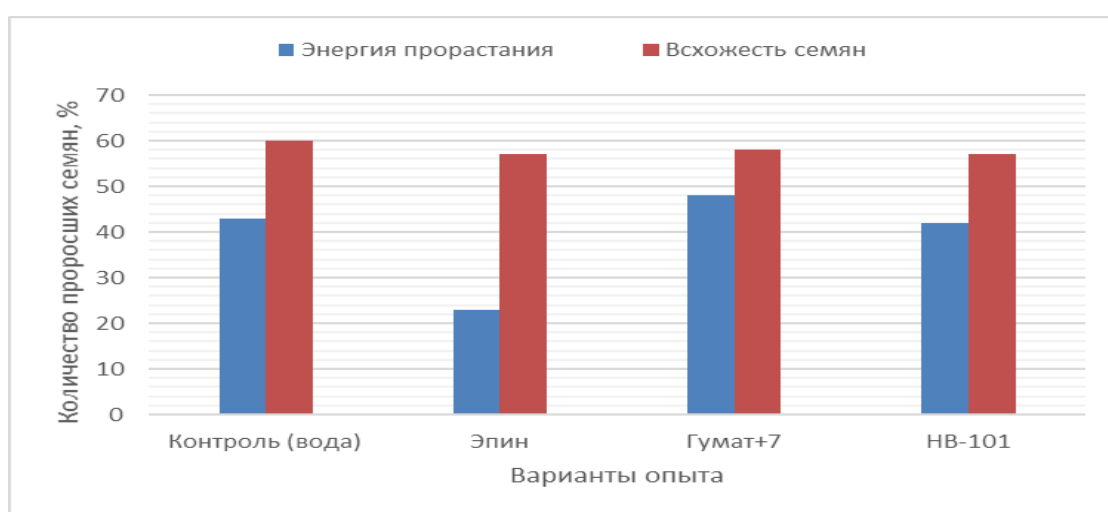


Рисунок 2 – Энергия прорастания и техническая всхожесть семян лиственницы сибирской по вариантам

Результаты анализа (табл. 2, рис. 2) показывают, что предварительная обработка семян лиственницы раствором Эпина существенно (на 47 %) снизила их энергию прорастания, а намачивание в растворе Гумата+7 незначительно (на 12 %) ускорило их прорастание по сравнению с контролем. По всхожести в контрольном варианте (60 %) исследуемые семена лиственницы сибирской в соответствии с ГОСТом 14161-86 [4] относятся к 1 классу качества.

Результаты определения среднего семенного покоя по вариантам опыта представлены в таблице 3 и на рисунке 3. Данные таблицы свидетельствуют о том, что семена лиственницы сибирской во всех вариантах прорастают медленнее по сравнению с семенами сосны обыкновенной.

Таблица 3 - Средний период покоя семян по вариантам опыта

Препарат	Средний семенной покой, дней	
	Сосна обыкновенная	Лиственница сибирская

	Зеленый город	Балахнинский район	Республика Тыва
Контроль	6,7	6,9	8
НВ-101	7,8	5,8	8
Эпин	6,9	6,8	9,6
Гумат+7	6,6	7,3	7,7

Обработка раствором НВ-101 ускорила прорастание семян сосны обыкновенной из Балахнинского района по сравнению с контролем на сутки, но отрицательно повлияла на семена из Зеленого города. Эпин и гумат существенно не повлияли на средний покой семян сосны обыкновенной, в то время как намачивание семян лиственницы сибирской в растворе эпина способствовало задержке их прорастания на 1,6 дня по сравнению с контролем.

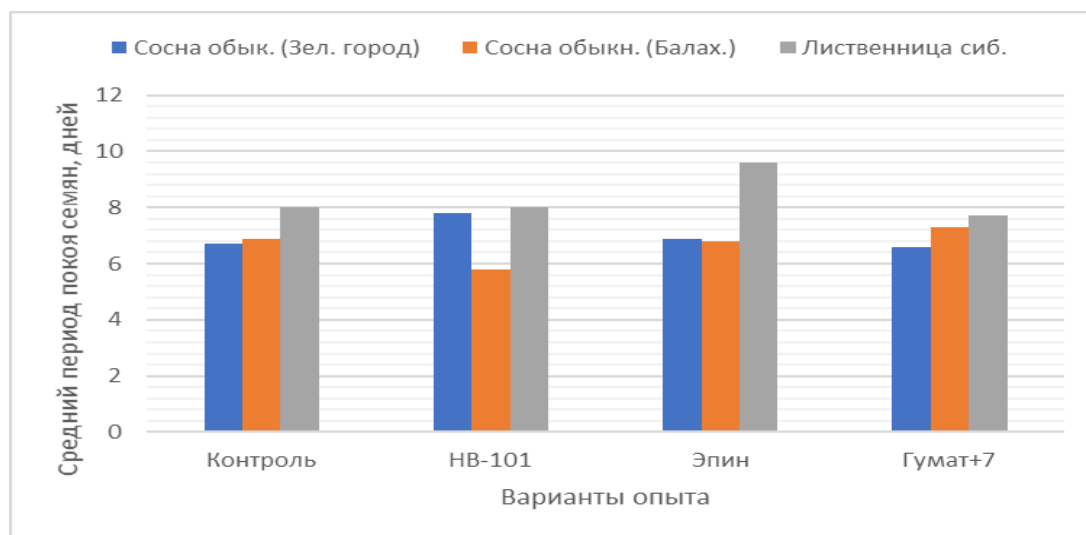


Рисунок 3 - Средний период покоя семян по вариантам опыта

Распределение непроросших в процессе анализа семян по категориям представлено в таблице 4 и на рисунках 4 - 6.

Таблица 4 – Результаты анализа не проросших семян сосны обыкновенной и лиственницы сибирской по вариантам опыта

Препарат	Количество не проросших семян по категориям		
	Здоровые	Загнившие	Пустые
Сосна обыкновенная (Зеленый Город)			
Контроль	2	8	13
НВ-101	0	6	16
Эпин	0	1	16
Гумат+7	4	2	17
Сосна обыкновенная (Балахнинский район)			

Контроль	3	5	29
НВ-101	0	7	25
Эпин	1	0	16
Гумат+7	0	4	24
Лиственница сибирская			
Контроль	2	10	29
НВ-101	1	8	35
Эпин	2	7	35
Гумат+7	1	7	35

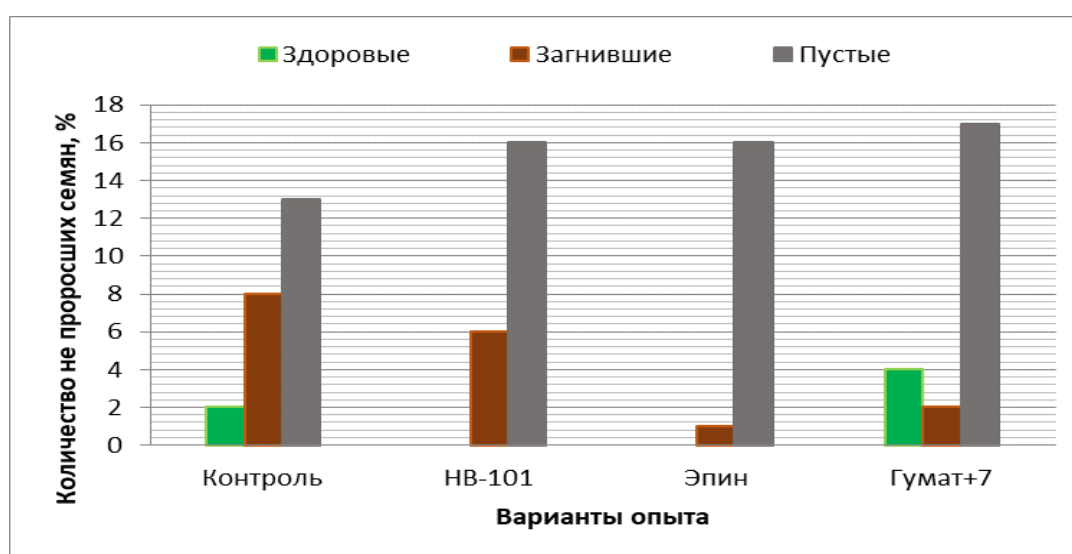


Рисунок 4 - Категории не проросших семян сосны обыкновенной из Зеленого города по вариантам

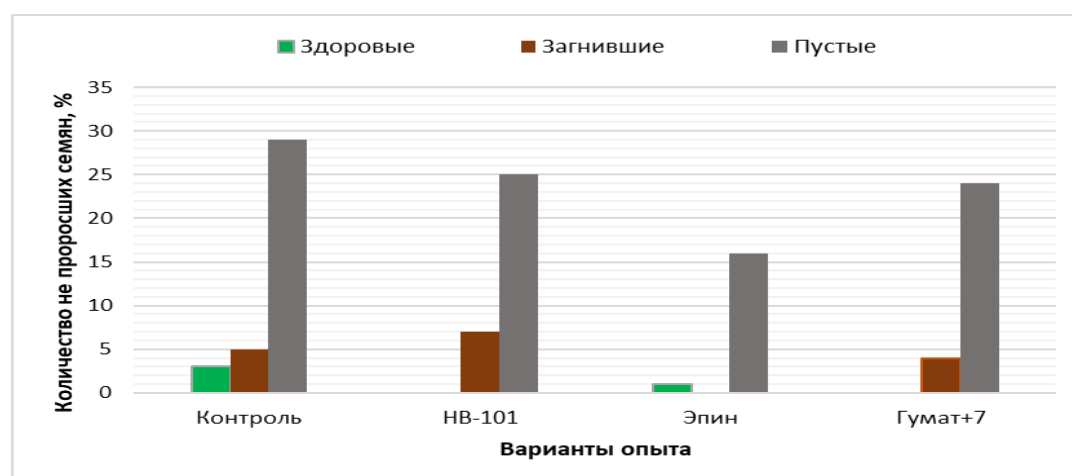


Рисунок 5 - Категории не проросших семян сосны обыкновенной из Балахнинского района по вариантам

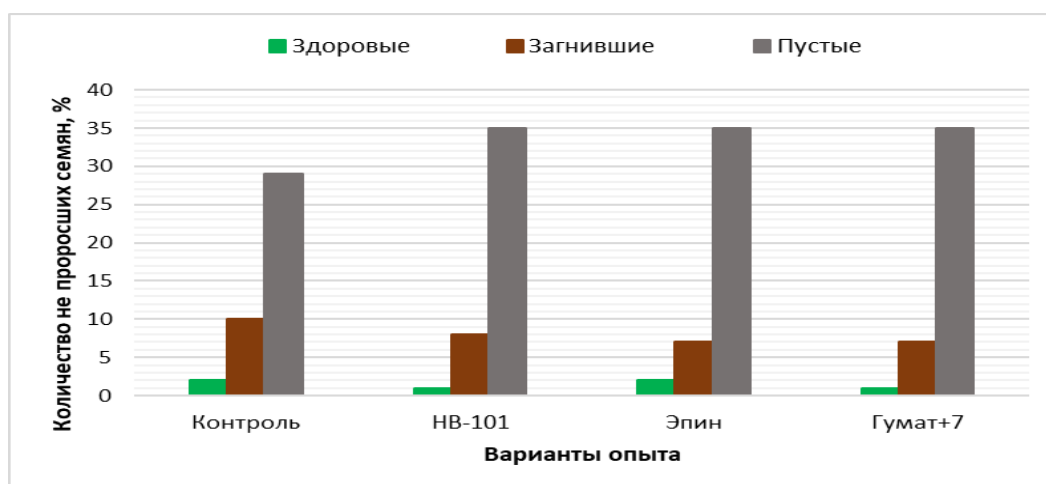


Рисунок 6 - Категории не проросших семян лиственницы сибирской по вариантам

На рисунках 4 - 6 видно, что наибольшее количество не проросших семян – пустые. Семена сосны обыкновенной из Зеленого города содержат в среднем 16 % пустых, из Балахнинского района – в среднем 22 % пустых. В семенах лиственницы сибирской содержание пустых семян составило в среднем 34 %. Обработка семян сосны обыкновенной раствором эпина снизила до минимума количество загнивших семян при проращивании (рисунки 4,5). На семена лиственницы сибирской данные стимуляторы заметного влияния не оказали (рисунок 6).

В связи с большим количеством пустых семян во всех исследуемых образцах семян и неравномерностью распределения их по вариантам опыта, была рассчитана абсолютная всхожесть – показатель, учитывающий всхожесть только полнозернистых семян. Результаты представлены в таблице 5 и на рисунке 7.

Таблица 5 Абсолютная всхожесть семян сосны и лиственницы по вариантам

Препарат	Абсолютная всхожесть семян разного происхождения		
	Сосна обыкновенная		Лиственница сибирская
	Зеленый город	Балахнинский район	Республика Тыва
Контроль	88,5	88,7	84,5
HB-101	92,9	90,7	87,7
Эпин	98,8	98,8	87,8
Гумат+7	92,8	94,1	89,2

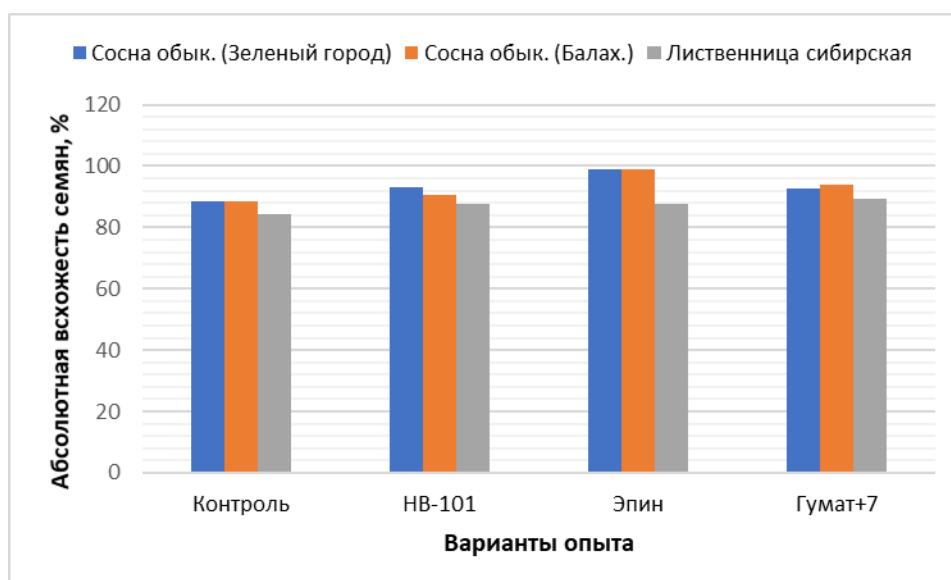


Рисунок 7 - Абсолютная всхожесть семян сосны и лиственницы по вариантам

На рисунке 7 видно, что все используемые в опыте стимуляторы роста оказали положительное влияние на абсолютную всхожесть семян сосны обыкновенной и лиственницы сибирской. Наиболее высокая абсолютная всхожесть семян сосны обыкновенной из Зеленого города и Балахнинского района отмечена в варианте после обработки их раствором эпина – на 12 % выше по сравнению с контролем.

Выводы:

1. Семена сосны обыкновенной из Балахнинского района в целом имеют более низкие показатели качества, чем семена сосны обыкновенной из Зеленого Города – меньшую массу 1000 шт., более низкую всхожесть, большее количество пустых семян. Масса 1000 шт. семян незначительно ниже средней массы семян данной породы, установленной по литературным данным, что объясняется большим количеством пустых семян (34 %).
2. В соответствии с ГОСТом по всхожести в контрольном варианте установлен класс качества исследованных семян сосны обыкновенной – 3, семян лиственницы сибирской - 1.
3. Установлено, что все применяемые стимуляторы роста оказали положительное влияние на абсолютную всхожесть семян сосны обыкновенной, но наиболее эффективным оказался Эпин. Обработка раствором эпина (2 капли на 100 мл воды) в течение 4-5 часов повысила энергию прорастания и всхожесть семян сосны обыкновенной из Балахнинского района на 28 %, семян из Зеленого города – на 8 %, а также способствовала снижению до минимума количества загнивших семян.

4. Установлено незначительное положительное влияние препарата Гумат+7 на семена лиственницы сибирской – повышение энергии прорастания на 12 %, абсолютной всхожести - на 5 %. Отмечено, что обработка Эпином замедлила прорастание семян этой породы и увеличила их период покоя на 1,6 дня.

Литература

1. Бессчетнова Н.Н. Бессчетнов В.П., Храмова О.Ю., Дорожкина Л.А. Стимулирующий эффект препарата ЭкоФус в предпосевной обработке семян ели европейской (*Picea abies* (L.) Н. Karst.) // Агрохимический вестник. 2017. № 2. С. 41–44.
2. ГОСТ 13056.4 – 67. Семена деревьев и кустарников. Методы определения массы 1000 семян. – М.: Издательство стандартов, 1977. – 3 с.
3. ГОСТ 13056.6-97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести [Текст]. – Взамен ГОСТ 13056.6-75; введ. с 1 июля 1998г. – Москва: Изд-во стандартов, 1998. – 31с.
4. ГОСТ 14161 86. Семена хвойных древесных пород. Посевные качества. - М.: Изд-во.стандартов, 1986. - 8 с.
5. Кречетова, Н.В. Справочник по лесосеменному делу / Н.В. Кречетова, О.Ф. Крестова, Е.С. Любич, А.И. Новосельцева, А.М. Собинов, Е.А. Шахова. Под общ. ред. А.И. Новосельцевой. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 336 с.
6. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н. Грунтовая всхожесть семян ели Шренка при интродукции в Нижегородскую область // Актуальные проблемы лесного комплекса. Брянск: Издательство БГИТУ, 2020. Выпуск 58. С. 97–100.
7. Угольников А. А. Параметры и масса семян липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в условиях города Нижнего Новгорода / А.А. Угольников, О.Ю. Храмова, М.И. Полойникова //Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической онлайн конференции с международным участием: г. Нижний Новгород: Нижегородский НГТУ им. Л.Я. Флорентьева, 2025. – с. 155-163.
8. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. – М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. – 197 с.
9. Храмова О.Ю. Оценка качества семян сосны кедровой сибирской, заготовленных в условиях города Нижнего Новгорода // Проблемы повышения продуктивности и комплексного использования лесных ресурсов Нижегородской области/ Сб. науч. статей. – Н. Новгород: НГСХА, 2008. – с. 130-137.
10. Храмова О.Ю. Оценка эффективности применения препаратов «Силиплант» и «Экофус» для предпосевной обработки семян сосны кедровой сибирской / О.Ю. Храмова, Э.В. Герасимова // Лесное хозяйство. Актуальные проблемы и пути их решения. Сборник науч. статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 70-летию В. П. Бессчетнова, зав. кафедрой «Лесные культуры» НГСХА, д. б. н., профессора и 30-летию высшего лесного образования в Ниж. обл.- Н. Новгород: НГСХА, 2022. – С. 238-244.

АНАЛИЗ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА АРЕНДНЫХ УЧАСТКАХ В РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ), ЗАБАЙКАЛЬСКОМ КРАЕ И РЕСПУБЛИКЕ БУРЯТИЯ

А.В. Шемякина, кандидат биологических наук

ФБУ «ДальНИИЛХ», Ashem777@mail.ru

Реферат. Приводится анализ по способам и объемам лесовосстановления в Республике Саха (Якутия), Республике Бурятия и Забайкальском крае с 2019 по 2024 гг. Цель исследований - дать оценку эффективности проведенных лесовосстановительных работ и мероприятий в Республике Саха (Якутия), Забайкальском крае и Республике Бурятия на лесных участках, предоставленных в аренду, постоянное и безвозмездное пользование. По итогам 2024 года, Республика Саха (Якутия) успешно выполнила план по лесовосстановлению, достигнув показателя в 1015,6 га (101% от плана), восстановление происходит естественным путем. Республика Бурятия продемонстрировала значительные результаты, восстановив леса на площади 4194,4 га. В то же время, Забайкальский край столкнулся с сокращением объемов лесовосстановления: в 2024 году было восстановлено 5250,8 гектаров, что на 7 % меньше, чем в предыдущем году. Для Забайкальского края отмечен рост создания лесных культур.

Ключевые слова. Республика Саха (Якутия), Забайкальский край, Республика Бурятия, анализ, лесовосстановление, способы и объемы, заготовка семян

Введение. В мерзлотно-таежных лесных районах естественное возобновление является основным методом воспроизводства лесов. Лесовосстановление после рубки древостоев во многом зависит от применяемых способов, систем машин и технологий лесозаготовок, характера и масштабов воздействия техники на природу лесов. Исследователи разных лет К.П. Соловьев (1954); И.С. Мелехов (1960); А.В. Побединский (1980; 1986); Н.И. Вялых (1980); Г.М. Втюрин (1991); А.П. Ковалев (2004); В.Ф. Цветков (2008) отмечали, что повышение уровня механизации лесозаготовок приводит к снижению потенциала возобновления леса на вырубках [3-4; 6; 12; 15-16; 18-19].

В рамках мероприятий по лесовосстановлению ежегодно проводится оценка территорий, подвергшихся вырубкам, пожарам, образованию прогалин или других участков, не занятых лесом, но потенциально пригодных для его возобновления. Эта оценка, учитывающая состояние и численность молодого поколения деревьев, служит основой для выбора методов лесовосстановления в соответствии с действующими требованиями.

Земли лесного фонда Республики Саха (Якутия), нуждающиеся в лесовосстановлении, составляют 13886,1 тыс. га (рисунок 1).

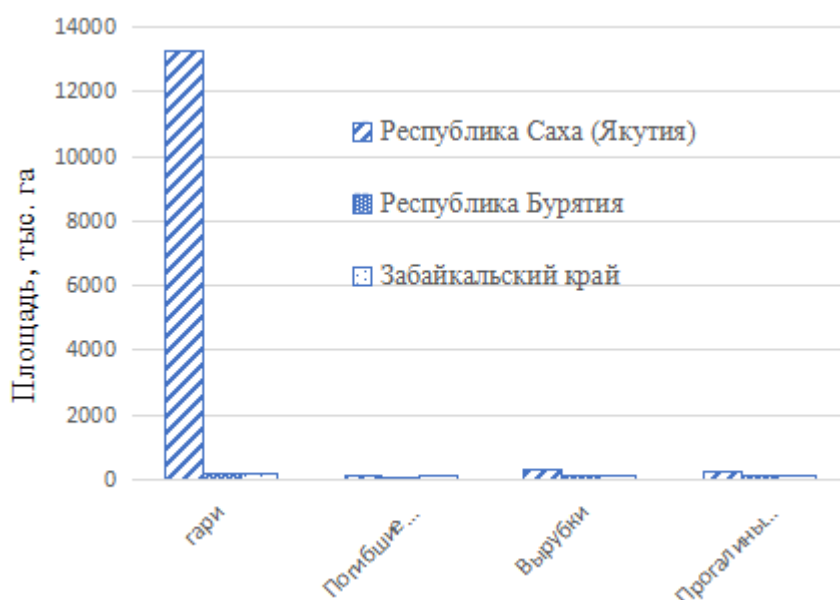


Рисунок 1 – Земли лесного фонда, нуждающиеся в лесовосстановлении на территории Республики Саха (Якутия), Забайкальском крае и Республике Бурятия

Актуальность лесовозобновления на землях лесного фонда Республики Саха (Якутия), Забайкальского края и Республики Бурятия, также как и других регионов, всегда остается проблемным вопросом.

Цель исследований. Дать оценку эффективности проведенных лесовосстановительных работ и мероприятий в Республике Саха (Якутия), Забайкальском крае и Республике Бурятия на лесных участках, предоставленных в аренду, постоянное и безвозмездное пользование.

Материалы и методы. В исследовании применялись различные методы сравнительного анализа и оценки, графоаналитический, информационно-аналитический. Исходными данными для проведения исследований являлись таксационные описания, Лесные планы субъектов Дальневосточного федерального округа (Республика Саха (Якутия), Забайкальский край, Республика Бурятия) [7-10], материалы государственного лесного реестра (ГЛР-15) [13], данные формы отраслевой отчетности об осуществлении органами государственной власти субъектов ДФО, переданных им полномочий в области лесных отношений форма 6-ОИП «Сведения об использовании лесных участков, предоставленных в аренду, постоянное (бессрочное и безвозмездное пользование)» [14].

Результаты и обсуждение.

Республика Саха (Якутия) накопила значительный вклад в реализации лесовосстановительных проектов в сложных климатических условиях [2; 5; 11; 17].

Анализ данных о лесовосстановительных мероприятиях, проведенных в лесном фонде Республика Саха (Якутия) за 2019 по 2024 гг. позволяет выявить ряд значимых тенденций. Естественное лесовозобновление является одним из основных традиционных методов восстановления лесов в Республике Саха (Якутия).

План по лесовосстановлению на территории Республики на 2024 г. составляет 1000,5 га (таблица 1) [14].

Таблица 1 – Проведение лесовосстановительных работ на лесных участках, предоставленных в аренду, постоянное и безвозмездное пользование в Республике Саха (Якутия), га

Год	Лесовосстановление, га							
	Всего		Искусственное		Комбинированное		Естественное	
	установленный объем	фактическое выполнено	установленный объем	фактическое выполнено	установленный объем	фактическое выполнено	установленный объем	фактическое выполнено
2024	1000,5	1015,6	334,6	334,6	-	-	665,9	681,0
2023	677,0	100,6	-	-	-	-	677,0	100,6
2022	586,5	38,6	-	-	-	-	586,5	38,6
2021	599,5	91,0	-	-	-	-	599,5	91,0
2019	875,3	758,9	-	-	-	-	875,3	758,9

В 2024 г. исполнение превысило план и составило 1015,6 га (101 % от плана), в том числе:

- естественное лесовосстановление: план 665,9 га; исполнение – 681,0 га (102 % от плана);

- искусственное лесовосстановление: план 334,6 га; фактически выполнено – 334,6 га.

В 2022 г. площадь лесовосстановления в Республике Саха (Якутия) составила 38,6 га. В 2023 г. показатель вырос на 38,4 % (100,6 га). В 2024 г. наблюдается прирост лесовосстановительных мероприятий (рисунок 2).

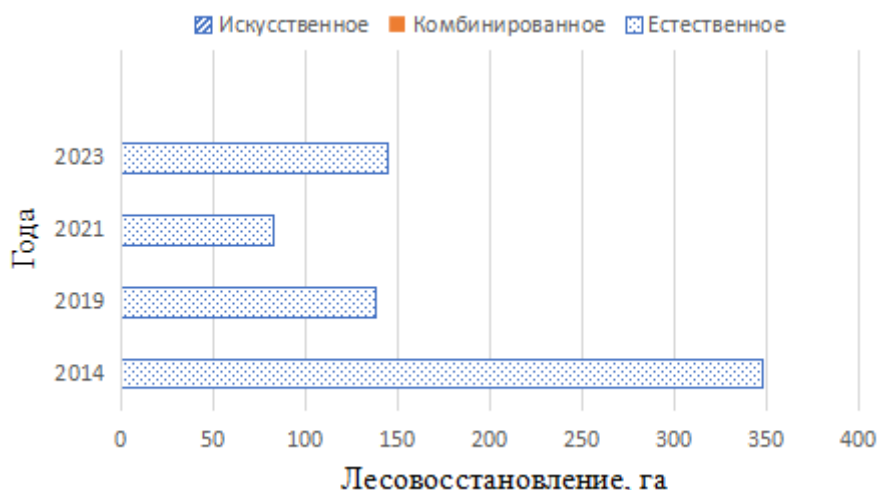


Рисунок 2 – Динамика лесовосстановления в Республике Саха (Якутия) с 2014 по 2024 гг., га

Естественное лесовосстановление в 2024 г (681,0 га) по сравнению с 2023 г. (100,6 га) увеличилось на 15 %.

Площадь рубок ухода в 2019 г составляла 8067,8 га, в последующие года показатель уменьшался. В 2024 г. составил 54,7 га.

Сплошные санитарные рубки существенно увеличились с 61,3 га (2021 г.) до 1103,9 га в 2023 г. В 2024г сплошные санитарные рубки снизились до 385,8 га.

В целом анализ данных показывает, что в Республике Саха (Якутия) предпринимаются значительные усилия по восстановлению и сохранению лесных ресурсов.

Республика Бурятия.

Основным способом лесовосстановления в лесничествах Республики Бурятия является естественное восстановление лесов.

План по лесовосстановлению на территории Республики Бурятия на 2024 г. составлял 10402,9 га (таблица 2).

Таблица 2 – Проведение лесовосстановительных работ на лесных участках, предоставленных в аренду, постоянное и безвозмездное пользование в Республике Бурятия, га

Лесовосстановительные мероприятия	План и фактическое выполнение	Года				
		2019	2021	2022	2023	2024
Лесовосстановление, га	Установленный	12460,6	7315,5	7889,0	8110,4	10402,9
Всего:	Выполненный	6021,4	4698,9	5091,6	5340,7	4194,4
Искусственное, га:	Установленный	111,1	69,2	41,6	32,3	19,2

Всего	Выполненный	119,9	94,1	30,2	20,3	5,5
в т. ч. посадка лесных культур:	Установленный	111,1	69,2	40,2	30,8	17,8
	Выполненный	119,9	66,6	26,9	19,9	2,6
в т.ч. посев лесных культур	Установленный	-	-	1,4	1,4	1,4
	Выполненный	-	27,5	3,3	0,4	2,9
Комбинированное, га	Установленный	1042,0	-	-	-	-
	Выполненный	-	-	-	-	-
Естественное, га: Всего	Установленный	11307,5	7246,4	7847,4	5320,4	10383,7
	Выполненный	5901,5	4604,8	5061,4	8078,2	4188,9
в т.ч. сохранение подростов лесных древесных пород при проведении рубок лесных насаждений	Установленный	6464,7	4068,0	3657,5	1769,5	3099,0
	Выполненный	1346,3	2165,6	2883,8	910,5	1184,5
в т.ч. минерализация поверхности почвы	Установленный	1029,4	234,5	234,5	42,5	611,5
	Выполненный	80,4	19,2	23,3	11,8	103,6

Фактически выполнено 4194,4 га, в том числе:

- Естественное лесовосстановление: План - 10383,7 га; исполнение – 4188,9 га;

- Искусственное: План – 19,2 га; исполнение 5,5 га.

В 2019 г. общая площадь лесовосстановления составила 6021,4 га. В 2021 г. показатель снизился до 4698,9 га. Однако, в последующие года 2022-2023 наблюдается повышение площади лесовосстановления до 5340,7 га. Естественное лесовосстановление увеличивалось до 2023 года. В 2023 г. данный показатель составил 8078,2 га (рисунок 3).

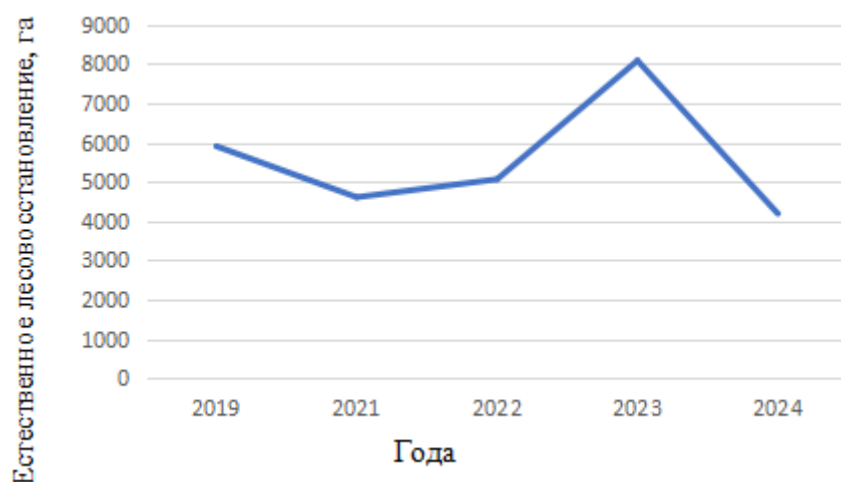


Рисунок 3 – Динамика естественного лесовосстановления на территории Республики Бурятия с 2019 по 2024 гг.

Площадь рубок ухода за лесом показывает отрицательную динамику, уменьшившись с 8067,8 га в 2019 до 1628,0 га в 2023 г. [14]. Но в 2024 году площадь рубок ухода по сравнению с 2023 г увеличилась на 222,6 га (1850,6 га).

Сплошные санитарные рубки с 2022 года существенно увеличились с 284,4 га в 2022 г до 611,1 га в 2024 г. Выборочные санитарные рубки имеют тенденцию снижения в 2022 г (36,3 га), и увеличения в 2023 г. (300,1 га) (рисунок 4).

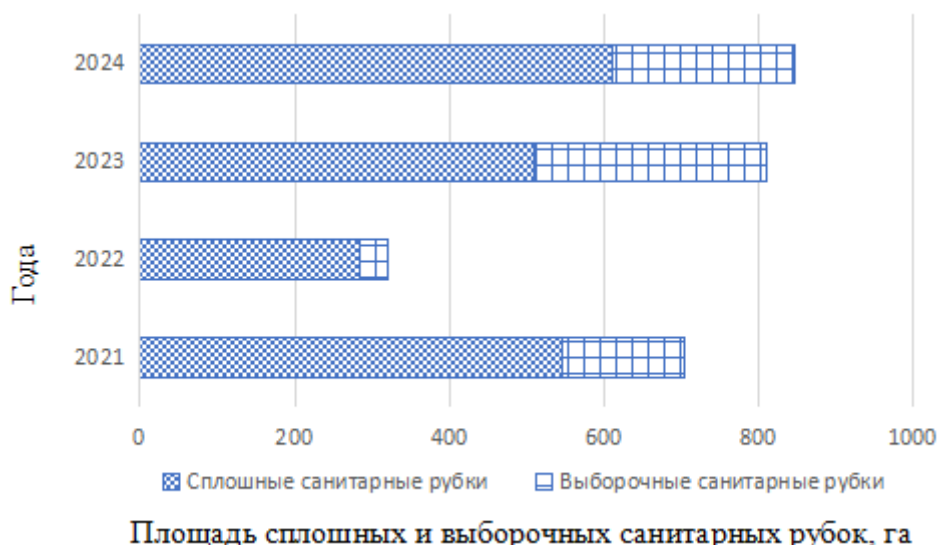


Рисунок 4 – Динамика сплошных и выборочных санитарных рубок в Республике Бурятия с 2021 по 2024 гг.

В Республике Бурятия заготавливаются семена сосны (*Pinus L.*), ели (*Picea A. Dietr.*) и лиственницы (*Larix Mill.*) (рисунок 5). Другие породы (пихта (*Abies Mill.*), кедр (*Pinus L.*), дуб (*Quercus L.*) не заготавливаются.



Рисунок 5 – Родовая принадлежность заготовленных семян в Республике Бурятия, тонн

Забайкальский край. Объем лесовосстановительных мероприятий по итогам 2023 г составил 5676,5 га, из них доля искусственного лесовосстановления 2416,1 га (42,6 %), комбинированного – 18,0 га (0,3); естественного - 3242,4 га (57,1 %).

Объем фактического выполнения в 2024 г. по сравнению с предыдущим годом, уменьшился на 7 % и составил 5250,8 га, в том числе площадь искусственного лесовосстановления – 2994,8 га (57,0 %), комбинированного – 9,5 га (0,2), естественного - 2246,5 га (42,8 %) (таблица 3).

Таблица 3 – Объем установленного и фактического выполнения работ по лесовосстановлению в Забайкальском крае за 2019 по 2024 гг, га

Лесовосстановительные мероприятия	План и фактическое выполнение	Года				
		2019	2021	2022	2023	2024
Лесовосстановление, га	Установленный	11446,6	10365,8	9972,8	5983,9	5656,1
Всего:	Выполненный	4704,0	2951,4	3975,7	5676,5	5250,8
Искусственное, га:	Установленный	1585,5	1371,2	1373,7	1337,5	1130,4
Всего	Выполненный	500,2	242,5	348,3	2416,1	2994,8
в т. ч. посадка лесных культур:	Установленный	1585,5	1296,0	1298,5	1337,5	1130,4
	Выполненный	500,2	242,5	348,3	2416,1	2994,8
в т.ч. посев лесных культур	Установленный	-	-	-	-	-
	Выполненный	-	-	-	-	-
Комбинированное, га	Установленный	-	-	-	-	-
	Выполненный	78,2	-	-	18,0	9,5
Естественное, га:	Установленный	9861,1	8994,5	8599,0	4646,4	4525,7
Всего	Выполненный	4125,6	2708,9	3627,3	3242,4	2246,5
в т.ч. сохранение подроста лесных древесных пород при проведении рубок лесных насаждений	Установленный	3242,8	3623,3	3698,3	3564,1	3509,6
	Выполненный	3738,4	2130,5	2764,8	2546,4	2189,4
в т.ч. минерализация поверхности почвы	Установленный	648,1	926,9	689,3	592,6	573,8
	Выполненный	387,3	226,2	434,2	182,7	45,1

План по лесовосстановлению на территории Забайкальского края на 2024 г. составлял 5656,1 га. Исполнение составило 5250,8 га, в том числе:

- Естественное лесовосстановление: План – 4252,7 га; исполнение – 2246,5 га;

- Искусственное: План – 1130,4 га; исполнение 2994,8 га.

Площадь рубок ухода в Забайкальском крае прослеживает положительную динамику, увеличившись с 89,8 га в 2019 г. до 217,5 га в 2024 г. (рисунок 6). За последние года площадь рубок ухода держится на одном уровне.

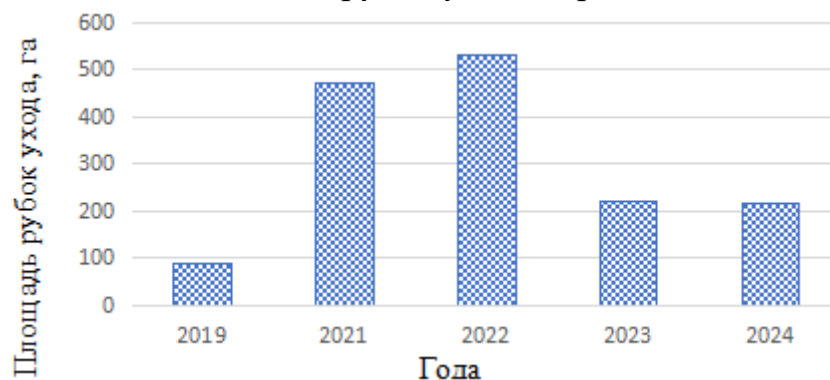


Рисунок 6 – Динамика площади рубок ухода в Забайкальском крае за 2019-2024 гг., га

Сплошные санитарные рубки увеличились с 2536,9 га в 2021 г. до 3853,2 га в 2023 г. В 2024 г. показатель уменьшился на 28 % и составил 2746,5 га (рисунок 7).

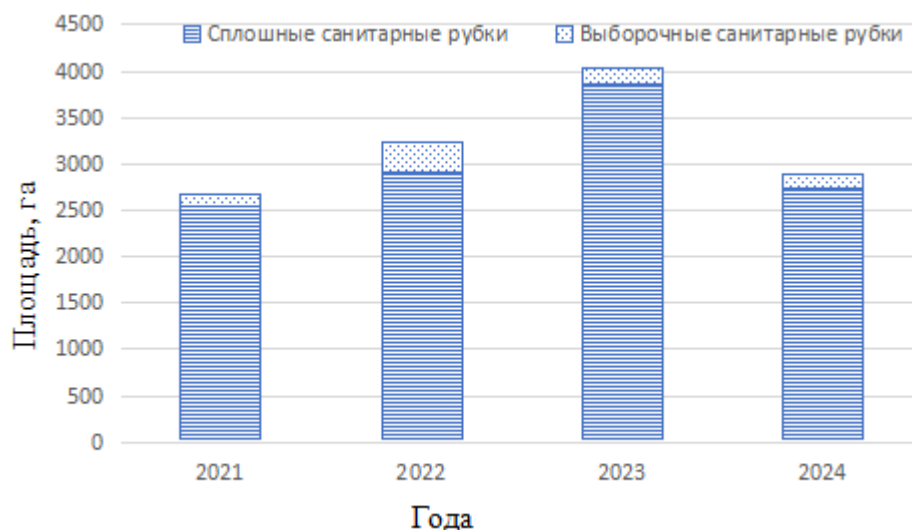


Рисунок 7 – Динамика сплошных и выборочных санитарных рубок в Республике Бурятия с 2021 по 2024 гг.

Выборочные санитарные рубки с 2022 г. имеют тенденцию снижения, также как в Республике Бурятия, с 317,1 га в 2022 г. до 153,0 га в 2024 году.

В породном соотношении в 2024 году преобладает заготовка семян (по массе, кг) сосны – 1,40 тонн (рисунок 8).

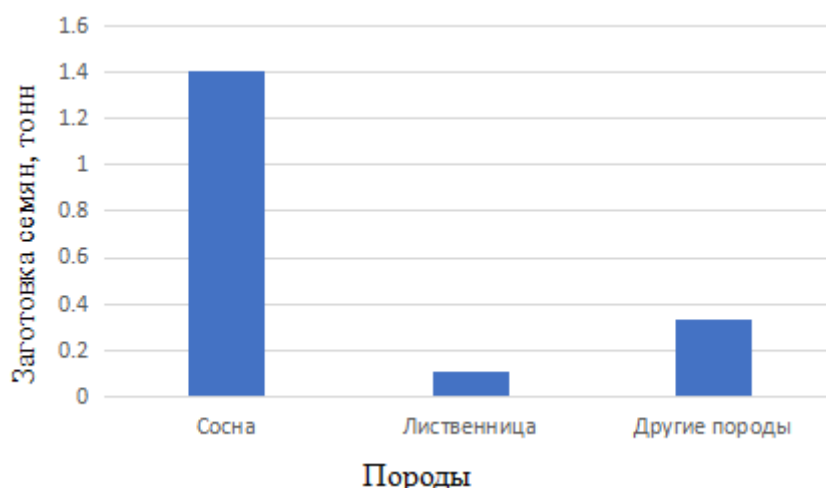


Рисунок 8 – Родовая принадлежность заготовленных семян в Забайкальском крае, тонн

Выводы. Проведен анализ лесовосстановительных мероприятий в Забайкальском крае, Республике Саха (Якутия) и Республике Бурятия с 2019 по 2024 гг. на лесных участках, предоставленных в аренду, постоянное и безвозмездное пользование. Общая площадь выполненных мероприятий в 2024 году по лесовосстановлению в Республике Саха (Якутия) составила 1015,6 га (101 % от плана). Лесовосстановление осуществляется естественным путем. В Республике Бурятия площадь лесовосстановления в 2024 г – 4194,4 га. В Забайкальском крае объем фактического выполнения в 2024 г. по сравнению с предыдущим годом, уменьшился на 7 % и составил 5250,8 га.

В целом, лесопользователи стремятся к восстановлению лесных насаждений, компенсирующий ущерб, нанесенный окружающей среде.

Литература

1. Бабинцева Р.М. Лесовосстановление в региональной системе лесохозяйственных мероприятий // Проблемы лесовосстановления в таёжной зоне СССР. Тез. докл. Всесоюз. конф. Красноярск, 1988. С. 12-13.

2. Винокуров М.Д., Федоров А.Я. Становление лесного хозяйства и лесной промышленности Республики Саха(Якутия) // Развитие аграрного образования и науки в АПК : Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвящённой 25-летию Октёмского филиала ФГБОУ ВО АГАТУ , Якутск, 13 декабря 2024 года. Якутск: Северо-восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова. 2024. С. 258-265. EDN MNTYYZ.

3. Втюрин Г.М. Структура почвенного покрова таёжной зоны европейского Северо-Востока; отв. ред. В.Д. Васильевская; АН СССР, Урал отд-ние, Коми науч. центр, Ин-т биологии. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1991. 148 с.

4. Вялых Н.И. Лесовосстановительные процессы в зависимости от технологии лесосечных работ в еловых лесах // Рубки ухода и главного пользования на Европейском Севере. – Архангельск: АИЛиЛХ, 1980. С. 103-114.

5. Исаев А.П. Естественная и антропогенная динамика лиственничных лесов криолитозоны (на примере Якутии): автореф. на соиск. ученой степени д-ра наук: специальность 03.02.08 "Экология». Якутск, 2011. 374 с. EDN QFMYUH.

6. Ковалев А.П. Эколого-лесоводственные основы рубок в лесах Дальнего Востока. Хабаровск: ФГУ «ДальНИИЛХ», 2004. 270 с.

7. Лесной план Забайкальского края за период 2019-2028 годов [Электронный ресурс]. URL: <https://disk.yandex.ru/d/hW2q6yEJ-0tG-Q> (дата обращения 10.09.2025).

8. Лесной план Республики Бурятия за период 2019-2028 годов [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/550310539> (дата обращения 08.09.2025).

9. Лесной план Республика Саха (Якутия) на период 2019-2028 годы [Электронный ресурс]. URL: docs.cntd.ru. (дата обращения 08.09.2025).

10. Лесной план Забайкальского края, Республики Саха (Якутия), Республики Бурятия за период 2008-2019 годы [Электронный ресурс]. URL: hcvf.ru. (дата обращения 09.09.2025).

11. Лыткина Л.П. Динамика растительного покрова на горях лиственничных лесов Лено-Амгинского междуречья (Центральная Якутия): автореф. на соиск. ученой степени канд. наук: специальность 03.00.05. Якутск, 2005. 17 с. EDN ZNAMCR.

12. Мелехов И.С. Рубки и возобновление леса на Севере: монография. Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1960. 201 с.

13. Об утверждении форм ведения государственного лесного реестра: приказ Минприроды России от 06.10.2016 г. № 514 (Зарегистрировано в Минюсте России 26.10.2016 г. № 44145) (Утратил силу с 30 июля 2022 года на основании приказа Минприроды России от 24 декабря 2021 года № 1007) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://online.consultant.ru/riv/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=206501#swtrfnSMCiZpXzC> I1 (дата обращения 11.09.2025).

14. Об утверждении форм, содержания и порядка представления отчетности об осуществлении органами государственной власти субъектов Российской Федерации переданных полномочий Российской Федерации в области лесных отношений: приказ Минприроды России от 28.12.2015 № 565 (ред. от 03.04.2017) (Зарегистрировано в Минюсте России 25.03.2016 № 41569) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://online.consultant.ru/riv/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=216284#5H2qfnSd1dKOUZOV> (дата обращения 11.09.2025).

15. Побединский А.В. Рубки главного пользования: монография. М.: Лесн. Пром-сть, 1980. 190 с.

16. Побединский А.В. Сравнительная оценка естественных и искусственных лесов // Лесное хозяйство. 1986. № 5. С. 28-32.

17. Рудов С.Е., Григорьева О.И., Григорьев И.В. Эффективное восстановление лесов на вечной мерзлоте // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн: материалы 86-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января 2022 года. Минск: Белорусский государственный технологический университет, 2022. С. 38-41. EDN RFWNBV.

18. Соловьев К.П., Черников В.А. Леса Дальнего Востока и главные рубки в них. Хабаровск: Кн. изд-во, 1954. 59 с.

19. Цветков В.Ф. Лесовозобновление: природа, закономерности, оценка, прогноз: монография. Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2008. 212 с.

СЕКЦИЯ 3: ЭКОЛОГИЯ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ, ОХРАНА И ЗАЩИТА ЛЕСА.

УДК 634.0.43

ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В ЛЕСУ И ЕЁ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

А.В. Волокитина¹, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

М.А. Корец¹, кандидат технических наук

Т.М. Софронова², кандидат сельскохозяйственных и филологических наук, доцент

¹Институт леса им. В.Н. Сукачёва Сибирского отделения Российской академии наук.

Обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, г.Красноярск

²Красноярский государственный педагогический университет им. В.П. Астафьева,
г.Красноярск

E-mail: volokit@ksc.krasn.ru

Реферат. В лесопожарной практике в России применяются три вида оценок пожарной опасности (ПО) в лесу: по условиям погоды, по особенностям природных условий и по местным шкалам. Все перечисленные оценки требуют своего совершенствования. К настоящему времени уже разработаны методики улучшения оценки пожарной опасности по условиям погоды и по местным шкалам [11]. Оценка же природной пожарной опасности наиболее сложна и многогранна. Применяемая в лесном хозяйстве оценка по лесопожарным картам, предназначенным для противопожарного устройства лесных территорий, является грубой, интегрированной. Предлагается оценивать её используя крупномасштабные карты растительных горючих материалов (РГМ), содержащие детальные пирологические характеристики. Приведены примеры карт РГМ и созданные на их основе карты текущей природной пожарной опасности. Выполнена ретроспективная проверка точности карт для прогноза возникновения лесных пожаров в зависимости от класса засухи, которая подтвердила надёжность прогноза. С этой целью была собрана информация о погодных условиях и точном месте возникновения по 125 лесным пожарам в Чунском лесничестве Красноярского Приангарья. По результатам анализа полученной информации из 125 пожаров 117 возникли на лесных участках «созревших» в пожарном отношении, а 8 – на участках, находящихся в стадии пожарного «дозревания», что подтверждает надёжность использования крупномасштабных карт РГМ для оценки природной пожарной опасности [13]. Технология составления карт РГМ разработана на основе лесоустроительной информации в ГИС. При длительном отсутствии лесоустройства на той или иной территории выполняется актуализация данных по специально разработанной методике, учитывающей произошедшие изменения (вырубки, гари и др.).

Ключевые слова: природная пожарная опасность, карты растительных горючих материалов, ретроспективная проверка.

Введение. Пожарная опасность в природных условиях (ППО) является понятием очень сложным и многогранным, содержащим много компонентов, поскольку на неё оказывает влияние большое количество факторов, прямых и косвенных. Факторы значительно различаются и по своей роли, и по своей динамике [11]. Методы оценки ППО в разных лесных странах имеют исторически обусловленные различия. Так в США (цитируется по Мелехову и

Душа-Гудым, 1979) [9] в «Национальном плане Американского лесного хозяйства, 1933» для каждого типа леса устанавливался своеобразный ежегодный лимит выгорания в процентах, учитывающий не только природные отличия типов, но и его экономическое значение. В России в целях противопожарного устройства лесной территории в 1940 году для лесхозов Главлесоохраны была дана схема разбивки объектов на «выдела горимости» [10], под которыми понимались «укрупнённые выделы, образованные из смежных таксационных выделов, однородных по горимости и требующих однородных противопожарных мероприятий». Всего было установлено 6 категорий таких выделов. Но в этой схеме недостаточно выделялись тип леса и древесная порода. И.С. Мелеховым [8] была составлена схема дифференциации лесных участков по степени опасности возникновения в них пожаров, которая была позднее расширена в географическом и типологическом диапазонах, вошла в Лесоустроительную инструкцию и до сих пор применяется с незначительными дополнениями [12]. На основе шкалы И.С. Мелехова при лесоустройстве стали создаваться сначала мелкомасштабные схемы противопожарного устройства, а с 1980 года – лесопожарные карты в масштабе 1:100 000, с указанием отдельных высот и отметкой заболоченных участков территории. Но эти карты не содержат пирологическую характеристику растительности и они только грубо и приближённо могут отражать природную пожарную опасность лесных участков. На территориях с преобладанием травяных типов леса с преобладанием злаков они могут даже дезинформировать руководителей тушения пожаров весной и засушливой осенью, поскольку раскрашиваются зелёным не пожароопасным третьим классом ППО, хотя в это время образующаяся травяная ветошь созревает в пожарном отношении уже при первом классе засухи по условиям погоды. Поэтому целью исследований было совершенствование оценки природной пожарной опасности на основе пирологической характеристики растительности.

Материалы и методы исследований. Исследования пирологических характеристик растительности началось ещё под руководством И.С. Мелехова в конце 70-х годов прошлого столетия. В разных регионах России были проведены экспериментальные исследования закономерностей увлажнения, высыхания и горения растительных горючих материалов [1]. Распределение дождевых осадков под пологом различных древостоев изучалось путём расстановки большого количества (по 100-200) простейших дождемеров на

пробной площади. Для исследования закономерностей высыхания напочвенных покровов использовали методику М.А. Софронова по изучению проникновения солнечной радиации под полог древостоев [14]. За динамикой и интенсивностью горения напочвенных горючих материалов наблюдали с помощью специального кольцевого экрана, который позволял стандартизировать огневые опыты [2]. Было проведено более 800 огневых опытов и взято более 3 тысяч образцов напочвенного покрова для определения влагосодержания. Анализ собранных материалов, а также литературные данные по скорости созревания в разных типах леса, выполненные другими лесопирологами, позволили развить дальше классификацию лесных Н.П. Курбатского [7]. Были выделены типы основных проводников горения (типы ОПГ) при низовых пожарах и их характеристики, что послужило основой для отражения их на картах [4]. В качестве информационной базы данных использовалась также лесоустроительная информация, которая трансформировалась в пирологическое описание с помощью специально разработанной компьютерной программы [6]. Также был разработан определитель типов основных проводников горения в природных условиях [3]. Схематично классификация типов ОПГ выглядит следующим образом:

Мшистая подгруппа ОПГ	Лш	Сх	Вл	Бм1	Бм2
Опадная подгруппа ОПГ	Тв ↔	Рх ↔	Пл ↔	Бп1	Бп2
Критические классы	I КЗ	II КЗ	III КЗ	IV КЗ	Негоримы
засухи					

где, типы ОПГ: **Лш** – лишайниковый, **Сх** – сухомшистый, **Вл** – влажномшистый, **Бм1** – болотномоховый (заболоченные участки); **Бм2** – болотно-моховый (крупные болота), **Бп1** – беспроводниковый (запас ОПГ меньше критического); **Бп2** – беспроводниковый (ОПГ отсутствуют).

Проверка точности оценки природной пожарной опасности на основе крупномасштабных карт растительных горючих материалов была выполнена ретроспективно.

Результаты исследований и их обсуждение. Информационные базы данных для составления крупномасштабных карт РГМ были созданы на Чунское лесничество в Красноярском Приангарье площадью около 1 млн.га и на ряд заповедников. На основе карт РГМ составлялись карты текущей

природной пожарной опасности (ТППО) для всех классов засухи по условиям погоды.

На рис.1 приведены карты РГМ на Саяно-Шушенский заповедник для разных периодов пожароопасного сезона и карты ТППО для третьего класса засухи по

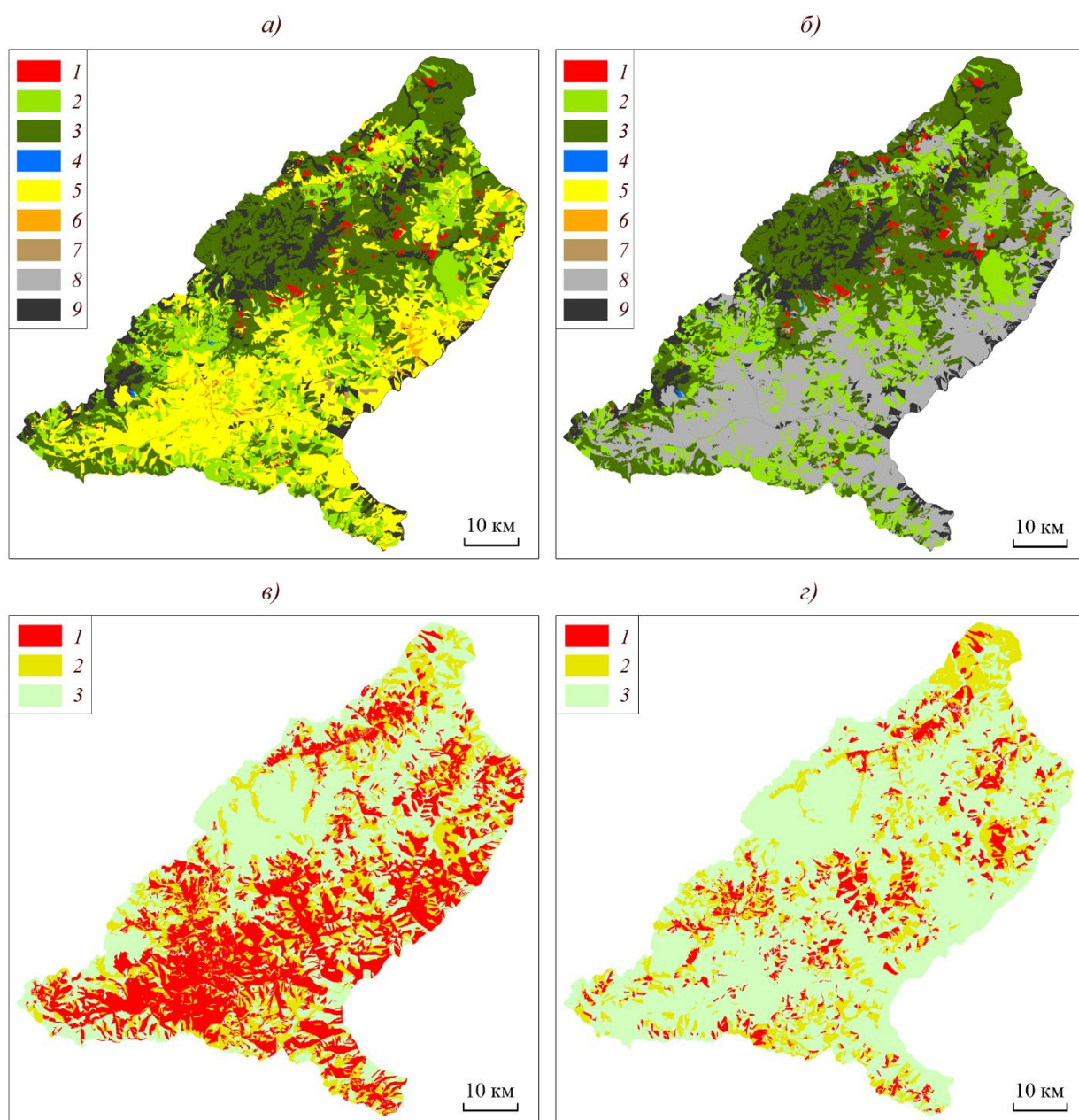


Рис. 1. Саяно-Шушенский заповедник: а) карта растительных горючих материалов для весны и осени; б) карта растительных горючих материалов для лета; в) карта текущей пожарной опасности при III классе засухи для весны и осени; г) карта текущей пожарной опасности при III классе засухи для лета.

Типы ОПГ (рис. 1а и 1б): 1 – лишайниковый (Лш), 2 – сухомшистый (Сх), 3 – влажномшистый (Вл), 4 – болотно-моховой (Бм1), 5 – травяно-ветошный (Тв), 6 – рыхлоопадный (Рх), 7 – плотноопадный (Пл), 8 – беспроводниковый (Бп1), 9 – беспроводниковый (Бп2).

Оценка состояния пожарной «зрелости» выделов (рис.1в и 1г): 1 – горимые, 2 – в стадии «пожарного дозревания», 3 – негоримые.

условиям погоды. Видно, что на карте РГМ для весеннего (осеннего) периодов пожароопасного сезона (рис. 1а) преобладающим типом основного проводника горения является травяно-ветошный (Тв), окрашенный жёлтым цветом. Данный тип ОПГ созревает уже при первом классе засухи. Эти же участки с травяно-ветошным типом ОПГ на карте РГМ для летнего периода пожароопасного сезона характеризуются беспроводниковым типом (Бп1) (рис. 1б), окрашенным серым цветом, по которому не может распространяться пламенное горение. Такая ситуация наблюдается в травяных типах леса с преобладанием злаков, когда летом запас нарастающих зелёных трав превышает запас остатков травяной ветоши. Но при появлении источника огня возможно медленное распространение беспламенного горения (тления) на отдельных участках с недоперегнввшим сухим опадом и при наличии подстилки.

На участках с рыхлоопадным (Рх) типом ОПГ (рис.1а) также могут происходить сезонные изменения основного проводника горения и переход в плотноопадный (Пл) менее пожароопасный тип. На территории Саяно-Шушенского заповедника такие участки занимают небольшие площади. Типы основных проводников «мшистой» подгруппы (лишайниковый, сухомшистый, влажномшистый) практически не изменяются в течение сезона, может наблюдаться только незначительное увеличение их запаса. Поэтому на северных территориях, где преобладает мохово-лишайниковый покров, составляется одна карта РГМ для всех пожароопасных сезонов, но пожарное созревание на территории будет зависеть от преобладающего типа ОПГ: от наиболее пожароопасного лишайникового (Лш), созревающего при первом классе засухи до менее пожароопасного влажномшистого, созревающего при третьем классе засухи (при стандартных условиях). Что касается болотно-мохового типа ОПГ (Бм) из этой подгруппы, который может начать «созревать» в пожарном отношении только при чрезвычайной засухе, то это относится только к обширным сфагновым болотным массивам (Бм2). Небольшие по площади участки низинных болот, зарастающих злаками, пожароопасны весной из-за наличия травяной ветоши и характеризуются весной травяно-ветошным

типом ОПГ, а летом – болотно-моховым (Бп1), который «созревает» в пожарном отношении при пятом классе засухи.

Для составления на основе крупномасштабных карт РГМ карт текущей природной пожарной опасности были определены критические классы засухи (ККЗ) для каждого типа ОПГ, то есть классы засухи, при которых возможно распространение пламенного горения по участку с данным типом основного проводника горения (таблица 1). На рис. 1в и 1г приведены карты ТППО для весеннего (осеннего) и летнего периодов пожароопасного сезона при одинаковом третьем классе засухи. Видно, что в весенний и засушливый осенний периоды наблюдается наиболее пожароопасная ситуация, чем летом при одном и том же показателе засухи. Такие карты могут быть составлены на основе созданной для составления карт РГМ информационной базы данных в ГИС для всех пяти классов засухи по условиям погоды. Реальная природная пожарная опасность возникает при появлении источников огня. Для прогноза реальной природной пожарной опасности на той или иной территории необходимо проанализировать все пожары, которые возникали за последние 10-15 лет, чтобы определить их частоту. На карту текущей природной пожарной опасности условными знаками показывается частота пожаров (по количеству пожаров в пересчёте на 100 тыс.га) по грациям: низкая (0,5 и менее), умеренная (0,6-2,0), повышенная (2,1-7,0), высокая (7,1-20,0), очень высокая (20,1). Крупномасштабные карты ТППО необходимы для прогноза природной пожарной опасности, для тушения пожаров и их контролировании, а среднемасштабные – для оптимизации маршрутов авиапатрулирования.

Ретроспективная проверка оценки ППО по картам РГМ. Существует 3 способа проверки точности определения природной пожарной опасности (ППО) по крупномасштабным картам РГМ: на экспериментальных пожарах, на действующих пожарах и ретроспективная – по прошлым пожарам. Но реальное количество наблюдений на экспериментальных пожарах может быть только ограниченным из-за сложности их организации, что не обеспечивает статистическую достоверность проверки. Проверка на действующих пожарах может быть достаточно объективной только при активном сотрудничестве с работниками лесопожарной охраны и при хорошей обеспеченности необходимыми приборами и инструментами. Так для оперативной оценки метеорологических условий за рубежом (США) используются портативные метеостанции. Поэтому был выбран ретроспективный способ – более доступный, достаточно объективный и обеспечивающий статистическую

достоверность проверки. За рубежом данный способ широко используется на практике [15].

Наиболее полные сведения о прошлых лесных пожарах содержатся в протоколах, которые оформляются в лесничествах по всей форме на каждый

Таблица 1.

Оценка критических классов засухи для участков растительности

Подгруппы ОПГ		Преобладающие древесные породы				Безлесные участки (при отсутствии густого яруса кустарников)
«мшистая»	«опадная»	С, Е, К, Лц, Б, Ос, Пх в облиственном состоянии		Лц, Б, Ос без листвы (хвой)		
Типы и подтипы основных проводников горения		Относительная полнота древостоя (включая второй ярус)				
		0,8 и более	0,5-0,7*	0,4 и менее**	любой полноты	
		Критические классы засухи				
Лш	Тв	II	I	I	I	I
Сх	Рх	III	II	I	I	I
Вл	Пл	IV	III	III	III	III
Бм ₁	Бп ₁	V	IV (Бп ₁ -V)	IV (Бп ₁ -V)	IV (Бп ₁ -V)	IV (Бп ₁ -V)
Бм ₂	Бп ₂	н е г о р и м ы				

Примечание. Относительная полнота для лиственничников зоны северных редколесий: * – 0,6 и более, ** – 0,5 и менее.

пожар, действующий в зоне наземной охраны. В протоколах указываются номера кварталов и таксационных выделов, где возник пожар, отмечается дата и время действия пожара, его вид и сила. Была получена и проанализирована информация по 125 пожарам в Чунском лесничестве Красноярского Приангарья. Данные о метеорологических условиях для уточнения класса засухи в дни действия пожаров брали на ближайшем метеопункте, организованном в авиаотделении в п. Осинный мыс. При сравнении классов засухи тех дней, когда действовали пожары, с критическими классами засухи основных проводников горения в горевших выделах, было установлено, что из 125 проанализированных пожаров 117 действовали в выделах «готовых» к

распространению горения по прогнозу по карте ТППО, а 8 пожаров – в выделах в переходном состоянии, то есть в стадии «пожарного дозревания». Среди горевших выделов не было таких, которые по прогнозу не были готовы к горению, а на карте отмечались зелёным цветом. Это подтверждает надёжность и высокую точность оценки текущей природной пожарной опасности на основе крупномасштабных карт РГМ.

Выводы. Точная оценка природной пожарной опасности и её прогнозирование необходимы для повышения уровня лесопожарной охраны в России. Многолетние фундаментальные пирологические исследования, выполненные в Институте леса им. В.Н. Сукачёва СО РАН, позволили разработать метод для совершенствования оценки природной пожарной опасности на основе использования крупномасштабных карт растительных горючих материалов для составления карт текущей природной пожарной опасности для всех классов засухи по условиям погоды [5]. Выполненная ретроспективная проверка подтвердила надёжность и высокую точность оценки текущей природной пожарной опасности, установленной по крупномасштабным картам растительных горючих материалов. Это позволит маневрировать силами и средствами лесопожарной охраны при возникновении одновременно большого числа пожаров. Карты РГМ могут быть составлены автономно или при наличии лесоустроительной информации в ГИС.

Но поскольку пожары возникают только при появлении источников огня: природных (от молний) или антропогенных (при неосторожном обращении с огнём в лесу), для составления карт реальной текущей природной пожарной опасности дополнительно необходима информация о частоте пожаров за многолетний период (не менее 10 лет) и оценка пожарной опасности по местным (региональным) шкалам, методы совершенствования которых также разрабатываются в ИЛ СО РАН.

Статья подготовлена в рамках базовых проектов ИЛ СО РАН «Роль природных и антропогенных факторов в системе устойчивого управления лесами Сибири» (2024-2026 гг.) FWES-2024-0007, Регистрационный номер НИОКТР 124012900559-4 и «Динамика компонентов углеродного цикла экосистем Сибири в меняющемся климате» (2024-2026 гг.). FWES-2024-0023. Регистрационный номер НИОКТР 124012900558-7.

Литература

1. Волокитина А.В. Экспериментальное изучение влияния осадков на режимы влажности и горения напочвенного покрова в целях прогнозирования пожарной опасности в таёжных лесах: Автореф. дисс....канд.с.-х.наук. Москва: МЛТИ, 1980. 23 с.
2. Волокитина А.В. О методах оценки интенсивности низовых пожаров //Лесное хозяйство. 1984. №9. С.63-64.
3. Волокитина А.В. Разработка определителя типов основных проводников горения (на примере Красноярского Приангарья) // Сибирский лесной журнал. 2023. № 6. С. 50-62.
4. Волокитина А.В., Софронов М.А. Классификация и картографирование растительных горючих материалов. Новосибирск: Изд.СО РАН, 2002. 314 с.
5. Волокитина А.В., Корец М.А., Софронова Т.М. Технология составления карт растительных горючих материалов // Наука и технологии Сибири. 2024. №2(13). С.25-30.
6. Корец М.А., Волокитина А.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ: Программа для расчёта пирологического описания лесоустроительных выделов. №2014660252 от 03 октября 2014 г.
7. Курбатский Н.П. Техника и тактика тушения лесных пожаров. Москва: Гослесбумиздат, 1962. 154 с.
8. Мелехов И.С. Природа леса и лесные пожары. Архангельск: Архоблиздат, 1947. 58 с.
9. Мелехов И.С., Душа-Гудым С.И. Лесная пирология (учебное пособие). Москва: МЛТИ, 1979. 80 с.
10. Нестеров В.Г. Горимость леса и методы её определения. Москва: Гослесбумиздат, 1949. 76 с.
11. Пожарная опасность в природных условиях: монография / Софронов М.А. [и др.]. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2005. 330 с.
12. Приказ Рослесхоза: Об утверждении классификации природной пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды. Москва: Приказ №287 от 5.07.2011 г.
13. Прогноз поведения лесных пожаров: монография / Волокитина А.В. [и др.]. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2010. 211 с.
14. Софронов М.А., Волокитина А.В. Лучистая энергия как фактор высыхания растительных горючих материалов под пологом древостоев // Лесоведение. 1985. №4. С.9-16.
15. Finney M.A. Efforts at comparing simulated and observed fire growth patterns. Final Rep/2/25/2000 INT-95066-RIVA, Systems for Environmental Management. Missoula, Montana, 2000. 20 p.

ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ МОЛОДЫХ ПОСАДОК ТОПОЛЯ ПИРАМИДАЛЬНОГО КИТАЙСКОГО (*POPULUS SIMONII*) НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА НИЖНИЙ НОВГОРОД.

Мариничев Евгений Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.
Муравьева Дарья Савельевна, студент магистратуры.

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева
г. Нижний Новгород, Российская Федерация.

Реферат: Древесные породы, высаживаемые в городской среде, выполняют роль «зелёного щита», обеспечивая очистку воздуха, снижение уровня шума и создание благоприятного микроклимата, тем самым выполняя важные социальные и биологические функции. Своевременное выявление факторов, негативно влияющих на древесно-кустарниковую растительность, в частности, вредителей и болезней, позволяет организовать оперативные меры по укреплению устойчивости деревьев, особенно молодых, отличающихся повышенной чувствительностью к внешним воздействиям.

С целью оценки санитарного состояния молодых посадок Тополя пирамидального китайского (*Populus simonii* Carrière) в Приокском и Канавинском районах города Нижнего Новгорода, были применены методы визуальной органолептической и микроскопической диагностики. Исследованию подверглись деревья возрастом 10–12 лет, поскольку данный вид широко представлен в озеленении городов Европейской части России, а молодые особи наиболее уязвимы к вредным воздействиям. В ходе обследования были выявлены очаги поражения, где доминирующим вредителем оказалась побеговая тополевая тля (*Pterocomma populeum* Kalt.). Результаты интерпретируются как следствие недостаточного контроля и отсутствия своевременных защитных мер после посадки, что приводит к снижению жизнеспособности деревьев, замедлению их роста и ухудшению формирования почек. Установлено, что активное развитие патогенных организмов ухудшает не только жизнеспособность, но и эстетическую привлекательность городских посадок. Следовательно, профилактические мероприятия, основанные на ранней диагностике и своевременной борьбе с вредителями, являются экономически оправданными и критически важными для сохранения здоровья и функциональности молодых городских деревьев, предотвращая необходимость дорогостоящей последующей замены.

Ключевые слова: санитарное состояние, молодые посадки, патологии, тополь, тля, бактериоз, городские насаждения, озеленение.

Введение. Современные города, в связи с интенсивной урбанизацией и промышленным развитием, сталкиваются с множеством экологических проблем, которые оказывают значительное влияние на здоровье населения и на экологическую обстановку не только в пределах одного населённого пункта, но и по всей Земле. Самыми распространёнными и актуальными проблемами можно назвать загрязнение воздуха, парниковый эффект, шумовое загрязнение, также в условиях изменения климата города подвержены эффекту «городского теплового острова», который представляет собой поглощение наибольшего количества тепла из-за асфальтного и бетонного покрытия, что приводит к повышению температуры воздуха в городской местности [1].

Для регулирования и снижения влияния всех вышеперечисленных проблем, производятся посадки деревьев. Их роль высока, а наличие древесных и кустарниковых посадок в городе крайне необходимо. Зелёные насаждения выполняют ряд важных функций, таких как очистка воздуха, поглощение углекислого газа и выделение кислорода, пылезадержание, шумопонижение, снижение температуры воздуха [2]. Кроме того, они улучшают внешний вид городских пространств, а также обеспечивают среду обитания для различных видов животных и птиц, способствуя поддержанию биоразнообразия в урбанизированных территориях.

В озеленении города Нижний Новгород одной из наиболее популярных древесных пород является тополь. Положительными признаками растения, по сравнению с другими, является его быстрый рост и неприхотливость [3]. Но наряду с положительными есть и негативные признаки, например восприимчивость растения в молодом возрасте к заболеваниям и вредителям.

Цель исследований. Данное исследование посвящено изучению заражаемости болезнями и вредителями Тополя пирамидального китайского (*Populus simonii Carrière*) в озеленительных посадках города Нижний Новгород. Этот вид тополя отлично подходит для озеленения, так как имеет элегантную декоративную крону, поздний опад листьев, а также он морозо- и засухоустойчив, не требователен к плодородию почвы [4]. В нашей области только начинает расти интерес по использованию его в садово-парковых посадках, а также в связи с малым объемом информации на тему восприимчивости данного тополя к тем или иным болезням и вредителям на территории Нижегородской области, была сформулирована цель исследований - проведение оценки санитарного состояния молодых посадок Тополя пирамидального китайского (*Populus simonii Carrière*) для оценки факторов,

влияющих на их устойчивость и здоровье.

Условия, материалы и методы. В ходе работы было проведено обследование с применением визуальных органолептических и микроскопических методов исследования зелёных насаждений двух районов города Нижний Новгород - Приокском и Канавинском. Объектом исследования выбраны молодые посадки Тополя пирамидального китайского - *Populus simonii* Carrière. Данный вид является частым представителем в озеленённых мест городов Европейской части России [5]. В двух районах города Нижний Новгород обследованием охвачено по 30 деревьев возрастом 10-12 лет.

Результаты и обсуждения. В Приокском районе обследованы рядовые посадки на территории Нижегородского ГАТУ им. Л.Я.Флорентьева. В процессе визуального осмотра надземных частей древесных растений, на побегах прошлых лет были обнаружены повреждения в виде небольших язвочек, сопровождающихся утолщениями в местах поранений. На поверхности побегов обнаружены колонии тлей и единичные экземпляры ложнощитовок. Общее количество повреждённых побегов на обследованной группе деревьев составила до 40%. При этом у 35% деревьев повреждения отсутствуют, либо незначительны.

Часть побегов с типичными повреждениями взята на лабораторный анализ. Установлена систематическая принадлежность обнаруженных насекомых к видам побеговая тополевая тля (*Pterocomma populeum* Kalt.) и ложнощитовка акациевая (*Parthenolecanium corni* Bouche). Также детальный осмотр побегов под микроскопом позволил обнаружить представителей вида оранжерейный прозрачный клещ (*Polyphagotarsonemus latus* Banks). Сведения о распределении биологических повреждений на побегах тополей по видам обнаруженных насекомых приведены в таблице 1.

Таблица 1. Распределение биологических повреждений на побегах по видам насекомых

Вид обследуемого древесного растения	Виды насекомых	Количество деревьев с присутствием вредителя (повреждения), шт	Доля побегов с повреждением, %
Тополь пирамидальный китайский (<i>Populus simonii</i> <i>Carrière</i>)	Побеговая тополевая тля (<i>Pterocomma populeum</i> <i>Kalt.</i>)	12	100
	Ложнощитовка акациевая (<i>Parthenolecanium corni</i>	1	3

	<i>Bouche</i>)		
	Оранжевый прозрачный клещ (<i>Polyphagotarsonemus latus Banks</i>)	3	10

Второй участок с произрастающими аллеями посадками насаждениями Тополя пирамидального китайского расположен в Канавинском районе города Нижний Новгород. При детальном осмотре каждого стволов и крон деревьев были обнаружены многочисленные повреждения побегов с разноразмерными деформациями. Изъязвления наблюдались в местах массового питания насекомых. Хорошо заметны многочисленные колонии тлей разных возрастных генераций (крупные особи - самки, мелкие - молодое потомство). На ветках с большим количеством язв, побеги прошлого года были слабыми, часть почек усохла и не развивалась. На нескольких экземплярах деревьев присутствуют признаки бактериального рака, представленные бурыми потёками из трещин на стволах. Возбудителями мокрого язвенно-сосудистого рака тополя выступают бактерии *Pseudomonas cerasi* и *P. syringae* f. *populi* [10,11]. Общее количество повреждённых побегов на обследованной группе деревьев составила до 100%.

Для изучения в лабораторных условиях с деревьев были взяты образцы побегов с повреждениями и насекомые для определения видовой принадлежности. Результаты данного обследования приведены в таблице 2.

Таблица 2. Биологические повреждения на побегах тополей, обнаруженные при обследовании зелёных насаждений в Канавинском районе

Вид обследуемого древесного растения	Виды насекомых	Количество деревьев с присутствием вредителя (повреждения), шт	Доля побегов с повреждением, %
Тополь пирамидальный китайский (<i>Populus simonii</i> <i>Carrière</i>)	Побеговая тополевая тля (<i>Pterocomma populeum</i> <i>Kalt.</i>)	19	100
	Бактериальный рак	3	10

По строению самих насекомых и характеру наносимых ими ран, особи были отнесены к тлям. На этот вывод указывало наличие хоботка,

позволяющего делать прокол поверхности побегов или листьев. Так как листья не были повреждены, а побеги наоборот были с огромным количеством характерных повреждений и язв, сделан вывод о том, что тля побеговая. Более детальный осмотр внешних признаков представителей тли, позволил сделать вывод о принадлежности насекомых к побеговой тополёвой тли (*Pterocomma populeum* Kalt.).

В лабораторных условиях с применением микроскопов «Микромед МС-1 вар. 1С» и «Микромед 1 вар. 3 led» исследованы места повреждений на побегах тополя. При осмотре взрезанных деформаций были отмечены локальные изменения цвета древесины вдоль сосудов заболони. Побурение распространяется вверх и вниз по побегу от места прокола, сделанного сосущим аппаратом насекомых, с небольшим расширением в центральной части. В местах близкого расположения повреждений на побеге побурение сливается в продольном направлении. Изменений механических характеристик древесины на живом побеге не наблюдается.

Выводы.

При оценке санитарного состояния Тополя пирамидального китайского (*Populus simonii*) были выявлены очаги пораженных деревьев. Основное количество повреждений нанесены побеговой тополёвой тлём (*Pterocomma populeum* Kalt.). Высокий процент пораженности тополевых посадок насекомыми и болезнями в городских условиях может быть обусловлен отсутствием необходимого контроля за состоянием насаждений после их создания и мер защиты от биологических патогенов. Любые повреждения, особенно на молодых деревьях, негативно отражаются на дальнейшей их устойчивости, состоянии и развитии побегов, формировании почек. Развитие патогенных организмов на кронах и стволах деревьев городских озеленительных посадок ухудшают их жизнеспособность и эстетический облик.

Литература

1. А. Ф. Сердюкова, Д. А. Барабанщиков Экологические проблемы мегаполисов // Молодой ученый. — 2018. — № 25 (211). — С. 36-39.
2. Савинкин В.В. Экологические проблемы крупных городов и принципы «зеленой архитектуры» // Бизнес и дизайн ревю. 2023. № 3 (31). С. 115-122.
3. Ю. Н. Учарова, А. В. Зюбровская, В. В. Христич Выращивание тополя пирамидального в зеленом строительстве // Молодой ученый. — 2017. — № 5 (139). — С.

121-123.

4. Курдюкова О. Н., Заруцкая Ю. Г. Виды рода *Populus* L. в зеленых насаждениях города Луганска // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2024. № 3. С. 3–11.

5. Насимович Ю.А., Костина М.В., Борхерт Е.В. и др. Черные и бальзамические тополя России, их природные и культурные гибриды: молекулярно-генетические данные, родственные связи, статус // Социально-экологические технологии. 2024 Т. 14 № 1 С. 9–69.

6. Н.И. Абдрашитова, Н.В. Габрид Методическое пособие по сбору, изучению и определению кокцид и тлей деревьев и кустарников Кыргызстана. // Института леса и ореховодства им. П.А.Гана НАН Кыргызской Республики – Б.: 2005–82 с.

7. Р.Х. Кадырбеков Материалы по тлям (Homoptera, Aphidoidea) из стран Средней Азии, хранящиеся в коллекции института зоологии (Алматы, Казахстан). // Евразийский энтомологический журнал 2013 12(1): 21–26.

8. Кадырбеков Р.Х., Чильдебаев М.К., Жданко А.Б., Тлеппаева А.М., Колов С.В. Влияние антропогенных и абиотических факторов на структуру фауны насекомых степной зоны Казахстана в современных условиях. – Алматы, 2017 460 с.

9. Березин А. К., Комаров М. С., Симоненкова В. А. ОЦЕНКА ФИТОСАНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2018. №51.

10. Чураков Б.П. Лесная фитопатология: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению 020200 «Биология», специальности 020204 «Ботаника» и смежным направлениям и специальностям / Б.П. Чураков, И.А. Алексеев, Д.В. Чураков; под. ред Б.П. Чуракова. – Ульяновск: УлГУ, 2013. – 476 с.

11. Кузьмичев Е.П., Соколова Э.С., Мозолевская Е.Г. Болезни древесных растений: справочник [Болезни и вредители в лесах России. Том 1.]. – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 120 с.

12. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Сатанова А.Д., Шубников Н.И. Пигментный состав листьев тополей в объектах озеленения Нижнего Новгорода // Вестник Нижегородского государственного аграрного университета. 2023. – № 4(40). – С. 13-23.

13. Rakhshani, E. et al. (2007). Parasitoid (Hymenoptera, Braconidae, Aphidiinae) associations on willows and poplars in Iran. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae 53(3), 281-292.

14. Straw, N.A., Tubby, I. (2006). Tree mortality associated with the aphid *Pterocomma populeum* Kalt. in a young poplar plantation. Quarterly Journal of Forestry 100(3), 43-52.

СЕКЦИЯ 4: ЛЕСНОЕ И ЛЕСОПАРКОВОЕ ХОЗЯЙСТВО, ИНТРОДУКЦИЯ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ ВИДОВ.

УДК 630*18+630*165.61

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ СУБСТРАТОВ НА ОСНОВЕ ТОРФА НА РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ КОНТЕЙНЕРНОМ ВЫРАЩИВАНИИ

Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, А.В. Локтева, К.К. Шпренгер
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева»

Резюме. Изучали изменчивость сформированных параметров надземной части сеянцев сосны обыкновенной, выращиваемых в контейнерных вегетационных кассетах, заполненных различным по происхождению и водно-физическим характеристикам торфяным субстратом. Исходные данные собраны в полевых условиях методами натурного обмера растений. Выполнение работ предусматривало соблюдение принципа единственного логического различия, а также базовых требований к организации опыта – типичности, пригодности, надежности и целесообразности. Повторностями опыта выбраны учетные блок-кассеты каждого из вариантов сравниваемых субстратов. Высоту растений фиксировали мерной линейкой с точностью до 1 см, диаметр ствола у шейки корня – штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Установили величину линейных параметров надземной части, масштабы и характер изменчивости основных характеристик надземной части растений, произведенных в условиях летних пленочных укрытий. Достоверные величины средних значений признаков получены для каждого из вариантов субстрата, использованного для производства посадочного материала.

Ключевые слова: посадочный материал, сосна обыкновенная, сеянцы ЗКС, линейные параметры, изменчивость.

Введение. Принятая правительством страны Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г. нацеливает отечественных лесоводов на последовательное решение обозначенных в ней кардинальных задач. Реализация на практике базовых положений этого акта государственного планирования обеспечит поэтапный переход отрасли к интенсивным формам ведения хозяйства, инновационному характеру планируемых и проводимых мероприятий, устойчивому управлению лесами, непрерывному и неистощительному лесопользованию. Основным условием успешного исполнения указанной программы выступает глубокая модернизация и дальнейшее совершенствование существующих технологий лесокультурного производства, оптимизация породного состава искусственных насаждений различного целевого назначения и конструкций, включая целевые промышленные плантации и плантационные культуры. Важным аспектом системной модернизации и дальнейшем совершенствовании методов и техник

искусственного восстановления насаждений главных лесообразующих пород Российской Федерации обуславливает актуальность научных изысканий в указанном направлении. Это имеет самое непосредственное отношение к сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) [6–9], ареал которой охватывает значительную часть территории Европы и Азии [1–4, 27]. При этом её естественные насаждения доминируют в лесах Нижегородской области [2–9, 27], где создано немало лесных культур [14, 23, 25, 29, 30], в том числе посадочным материалом с закрытой корневой системой [29, 30], объектов постоянной лесосеменной базы [12, 13, 16, 32] и единого генетико-селекционного комплекса [5, 10, 11, 15]. Повышение результативности лесовосстановительных мероприятий во многом определяется уровнем развития их технологий, в частности, выращиванием для этих целей посадочного материала с закрытой корневой системой [21, 22, 27, 29, 30].

Цель исследований – установить эффективность производства сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой в искусственных субстратах на основе торфа в условиях Нижегородского Поволжья.

Объектом исследований явились однолетние сеянцы указанной породы, выращенные в течение 3,5 месяцев в условиях питомника защищенного грунта на территории Нижегородского государственного агротехнологического университета им. Л.Я. Флорентьева с координатами 56°14'30" N, 43°57'16" и абсолютной высотой 141 м. Ситуационно он отнесен зоне хвойно-широколиственных лесов и входит в район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации. Сложившиеся здесь лесорастительные условия благоприятны для успешного произрастания обширного перечня видов древесных пород, в числе которых представители анализируемого в нашей вида [1–4]. Методологической платформой работ служили принципы единственного логического различия, типичности, пригодности, надежности, и целесообразности опыта. Предметом исследований выступала технология производства сеянцев с закрытой корневой системой в условиях пленочных теплиц с автоматизированной системой орошения. Теоретической платформой построения методик служили принципы единственного логического различия, типичности, пригодности и целесообразности опыта. Согласно им сравнению подвергали только одновозрастные особи, а учеты их параметров производили одновременно. Организация исследований предусматривала натурный обмер со сплошным пересчетом сеянцев в учетных кассетах, которые были выбраны повторностями

опыта для каждого из вариантов сравниваемых субстратов, использованных для заполнения вегетационных контейнерных кассет. Высоту растений измеряли линейкой с точностью до 1 мм. Диаметр ствола у шейки корня устанавливали электронным штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Помимо показателей, фиксируемых в процессе непосредственного обмера и учета, анализу подвергали производные от них признаки надземной части сеянцев, получаемые расчетным путем [5–9], что широко распространено в лесоводственных [17–19, 31] и биологических [18–20, 24] исследованиях. Описательные статистики находили с учетом существующих методических разработок [34–39]. Изменчивость признаков оценивали по шкале Мамаева [26] и другим руководствам [24, 33].

Результаты и обсуждение. Параметры надземной части растений в обследованных кассетах характеризовались неоднородностью, которая проявлялась, как индивидуальная изменчивость в границах каждой из них, так и в форме различий между ними (табл. 1 – 3). В частности, среднее значение высоты $4,98 \pm 0,141$ см (см. табл. 1) в варианте 5 с применением торфяного субстрата компании «Сад чудес» ($Total_5$) превышало аналогичный параметр варианта 3 с субстратом компании «Агробалт» ($Total_3$) $3,30 \pm 0,187$ см в 1,51 раза или на 1,68 см. Сопоставление диаметров ствола у корневой шейки (см. табл. 2) также выявило несходство сеянцев, выращенных на разных типах торфов. В частности, в варианте 3 с субстратом компании «Агробалт» ($Total_3$) их величина ($1,04 \pm 0,055$ мм) оказалась больше такого же показателя ($0,67 \pm 0,024$ мм) на фоне применения садово-огородного субстрата компании «Селигерагро» ($Total_1$) в 1,55 раза или на 0,37 мм.

Таблица 1. Высота сеянцев сосны обыкновенной, выращенных по технологии закрытой корневой системой^{1, 2}

Субстраты	M	σ	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вариант 1	4,05	0,83	5,50	2,50	3,00	0,239	20,48	16,91	5,91
Вариант 1	4,31	1,04	5,80	1,50	4,30	0,278	24,12	15,51	6,45
Вариант 1	4,66	1,40	7,00	3,00	4,00	0,373	29,94	12,50	8,00
Вариант 1	5,19	1,25	7,40	3,50	3,90	0,394	24,00	13,17	7,59
Вариант 2	3,61	0,87	5,20	2,00	3,20	0,217	24,00	16,67	6,00
Вариант 2	5,13	1,45	7,30	2,00	5,30	0,362	28,19	14,19	7,05
Вариант 2	5,27	0,82	7,00	3,60	3,40	0,205	15,55	25,72	3,89
Вариант 2	4,85	0,53	6,00	4,00	2,00	0,131	10,83	36,93	2,71
Вариант 3	3,36	0,99	5,00	2,00	3,00	0,264	29,46	12,70	7,87
Вариант 3	3,00	1,41	5,50	1,00	4,50	0,447	47,14	6,71	14,91
Вариант 3	3,23	1,27	5,00	2,00	3,00	0,384	39,42	8,41	11,88

Вариант 3	3,48	1,64	6,50	1,00	5,50	0,411	47,33	8,45	11,83
Вариант 4	3,19	1,47	5,40	0,70	4,70	0,426	46,21	7,50	13,34
Вариант 4	3,77	0,96	5,30	1,80	3,50	0,226	25,45	16,67	6,00
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вариант 4	4,10	1,21	5,57	1,60	3,97	0,302	29,40	13,61	7,35
Вариант 4	4,20	1,03	5,90	2,80	3,10	0,242	24,45	17,36	5,76
Вариант 5	4,93	1,05	6,00	3,00	3,00	0,291	21,31	16,92	5,91
Вариант 5	5,41	1,07	7,20	3,00	4,20	0,240	19,85	22,53	4,44
Вариант 5	4,54	1,35	7,70	1,00	6,70	0,295	29,77	15,39	6,50
Вариант 5	5,03	1,25	7,00	2,90	4,10	0,272	24,76	18,51	5,40
Total ₁	4,52	1,19	7,40	1,50	5,90	0,168	26,24	26,95	3,71
Total ₂	4,72	1,16	7,30	2,00	5,30	0,145	24,53	32,62	3,07
Total ₃	3,30	1,33	6,50	1,00	5,50	0,187	40,47	17,65	5,67
Total ₄	3,87	1,18	5,90	0,70	5,20	0,148	30,55	26,18	3,82
Total ₅	4,98	1,22	7,70	1,00	6,70	0,141	24,55	35,28	2,83
Total ₀	4,33	1,35	7,70	0,70	7,00	0,077	31,15	55,97	1,79

¹Статистики: М – среднее, мг/г; σ – среднеквадратическое отклонение, мг/г; max. – абсолютный максимум, мг/г; min. – абсолютный минимум, мг/г; Δlim – диапазон лимитов, мг/г; $\pm m$ – ошибка выборочного среднего, мг/г; Cv – коэффициент вариации, %; P – точность опыта, %; число первичных единиц выборки каждого сортообразца – 25.

²Варианты субстрата: 1 – Селигерагро (верховой) садово-огородный; 2 – Пельгорское-М (верховой, чистый, pH 2,5-3,5); 3 – Агробалт (низинный, pH 3,5-5,0); 4 – Торф верховой сфагновый (pH 5,5-6,5); 5 – Сад чудес (кислый, pH 2-5).

В оценках по коэффициенту вариации разброс значений отмеченных признаков неодинаков и чаще соответствовал среднему ($Cv = 16...25\%$) низкому ($Cv = 7...15\%$) или повышенному ($Cv = 26...35\%$) уровню изменчивости по шкале Мамаева, а также повышенному ($Cv = 26...35\%$) и высокому ($Cv = 36...50\%$) уровню той же шкалы.

Таблица 2. Диаметр корневой шейки сеянцев сосны обыкновенной, выращенных по технологии закрытой корневой системой^{1, 2}

Субстраты	М	σ	max.	min.	Δlim	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вариант 1	0,59	0,12	0,73	0,38	0,35	0,035	20,23	17,13	5,84
Вариант 1	0,62	0,23	1,01	0,14	0,87	0,060	36,36	10,29	9,72
Вариант 1	0,72	0,12	0,88	0,54	0,34	0,032	16,49	22,69	4,41
Вариант 1	0,77	0,16	1,00	0,44	0,56	0,050	20,68	15,29	6,54
Вариант 2	0,80	0,34	1,45	0,25	1,20	0,085	42,34	9,45	10,58
Вариант 2	1,07	0,38	1,73	0,44	1,29	0,094	34,99	11,43	8,75
Вариант 2	0,80	0,17	1,17	0,56	0,61	0,042	20,94	19,10	5,24
Вариант 2	0,78	0,26	1,73	0,61	1,12	0,065	33,40	11,98	8,35
Вариант 3	0,99	0,34	1,70	0,60	1,10	0,091	34,66	10,80	9,26
Вариант 3	1,14	0,35	1,60	0,60	1,00	0,110	30,44	10,39	9,63
Вариант 3	0,99	0,33	1,40	0,30	1,10	0,100	33,61	9,87	10,13
Вариант 3	1,07	0,50	1,90	0,20	1,70	0,125	46,84	8,54	11,71
Вариант 4	0,73	0,25	1,20	0,42	0,78	0,072	33,89	10,22	9,78

Вариант 4	0,83	0,25	1,34	0,37	0,97	0,059	29,95	14,17	7,06
Вариант 4	0,80	0,32	1,19	0,17	1,02	0,079	39,58	10,11	9,90
Вариант 4	0,80	0,19	1,12	0,47	0,65	0,046	24,30	17,46	5,73
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вариант 5	0,80	0,10	0,97	0,63	0,34	0,028	12,53	28,78	3,47
Вариант 5	0,84	0,10	1,00	0,69	0,31	0,022	11,47	38,99	2,56
Вариант 5	0,76	0,17	1,15	0,48	0,67	0,037	21,94	20,89	4,79
Вариант 5	0,77	0,16	1,11	0,33	0,78	0,035	20,74	22,10	4,53
Total ₁	0,67	0,17	1,01	0,14	0,87	0,024	25,70	27,51	3,63
Total ₂	0,87	0,31	1,73	0,25	1,48	0,039	36,37	21,99	4,55
Total ₃	1,04	0,39	1,90	0,20	1,70	0,055	37,48	19,05	5,25
Total ₄	0,80	0,25	1,34	0,17	1,17	0,031	31,43	25,46	3,93
Total ₅	0,79	0,14	1,15	0,33	0,82	0,016	17,61	49,17	2,03
Total _o	0,83	0,28	1,90	0,14	1,76	0,016	34,25	50,91	1,96

¹Статистики: М – среднее, мг/г; σ – среднеквадратическое отклонение, мг/г; max. – абсолютный максимум, мг/г; min. – абсолютный минимум, мг/г; Δ lim – диапазон лимитов, мг/г; $\pm m$ – ошибка выборочного среднего, мг/г; Cv – коэффициент вариации, %; P – точность опыта, %; число первичных единиц выборки каждого сортотипа – 25.

²Варианты субстрата: 1 – Селигерагро (верховой) садово-огородный; 2 – Пельгорское-М (верховой, чистый, pH 2,5-3,5); 3 – Агробалт (низинный, pH 3,5-5,0); 4 – Торф верховой сфагновый (pH 5,5-6,5); 5 – Сад чудес (кислый, pH 2-5).

Подобные заключения удалось сделать и по другим характеристикам тестируемых растений, в частности, по отношению высоты надземной части к диаметру у корневой шейки (см. табл. 3).

Таблица 3. Отношение высоты к диаметру корневой шейки сеянцев сосны обыкновенной, выращенных по технологии закрытой корневой системой^{1, 2}

Субстраты	М	σ	max.	min.	Δ lim	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вариант 1	6,99	1,69	11,05	5,56	5,50	0,489	24,23	14,30	6,99
Вариант 1	9,12	7,65	32,14	2,34	29,80	2,044	83,91	4,46	22,43
Вариант 1	6,45	1,49	9,46	4,34	5,12	0,398	23,06	16,22	6,16
Вариант 1	6,92	1,61	10,45	4,17	6,29	0,511	23,32	13,56	7,37
Вариант 2	5,32	2,66	12,00	2,19	9,81	0,664	49,98	8,00	12,49
Вариант 2	5,47	2,91	13,26	2,00	11,26	0,727	53,15	7,53	13,29
Вариант 2	6,79	1,73	12,14	4,19	7,96	0,432	25,47	15,70	6,37
Вариант 2	6,62	1,43	8,11	2,31	5,80	0,357	21,54	18,57	5,38
Вариант 3	3,66	1,41	6,43	1,76	4,66	0,377	38,54	9,71	10,30
Вариант 3	2,83	1,36	5,00	0,63	4,38	0,430	48,13	6,57	15,22
Вариант 3	3,79	2,20	8,33	1,54	6,79	0,665	58,20	5,70	17,55
Вариант 3	4,03	2,33	7,38	0,67	6,71	0,583	57,82	6,92	14,45
Вариант 4	4,48	1,99	8,85	1,06	7,79	0,573	44,29	7,82	12,79
Вариант 4	4,98	2,20	10,54	1,87	8,67	0,519	44,22	9,59	10,42
Вариант 4	6,19	3,43	15,33	1,68	13,65	0,857	55,36	7,23	13,84
Вариант 4	5,69	2,55	12,34	2,50	9,84	0,601	44,81	9,47	10,56
Вариант 5	6,18	1,27	7,40	3,45	3,95	0,352	20,52	17,57	5,69
Вариант 5	6,46	1,20	8,70	3,90	4,80	0,268	18,56	24,10	4,15

Вариант 5	6,05	1,69	9,09	1,47	7,62	0,368	27,84	16,46	6,07
Вариант 5	6,64	1,57	10,30	4,49	5,82	0,342	23,63	19,39	5,16
Total ₁	7,42	4,29	32,14	2,34	29,80	0,607	57,82	12,23	8,18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total ₂	6,89	4,41	32,14	2,19	29,96	0,600	63,97	11,49	8,70
Total ₃	5,93	2,37	13,26	2,00	11,26	0,316	39,90	18,75	5,33
Total ₄	6,04	2,41	13,26	2,00	11,26	0,317	39,90	19,09	5,24
Total ₅	6,05	2,31	13,26	2,00	11,26	0,289	38,18	20,96	4,77
Total _o	5,81	2,83	32,14	0,63	31,52	0,162	48,69	35,81	2,79

¹Статистики: М – среднее, мг/г; σ – среднеквадратическое отклонение, мг/г; max. – абсолютный максимум, мг/г; min. – абсолютный минимум, мг/г; Δ lim – диапазон лимитов, мг/г; $\pm m$ – ошибка выборочного среднего, мг/г; Cv – коэффициент вариации, %; P – точность опыта, %; число первичных единиц выборки каждого сортобразца – 25.

²Варианты субстрата: 1 – Селигерагро (верховой) садово-огородный; 2 – Пельгорское-М (верховой, чистый, pH 2,5-3,5); 3 – Агробалт (низинный, pH 3,5-5,0); 4 – Торф верховой сфагновый (pH 5,5-6,5); 5 – Сад чудес (кислый, pH 2-5).

В подавляющем большинстве случаев полученный в ходе выполнения анализов материал статистически достоверен: t-критерии Стьюдента, определявшие достоверность данных, принципиально больше своего допустимого минимума ($t_{05} = 2,008$; $t_{01} = 2,678$), а относительная ошибка (показатель точности расчетов) в обобщения по каждому из вариантов не выходила за установленный 5-процентный предел.

Выводы. 1) Сеянцы сосны обыкновенной, произведенные в Правобережье Нижегородского Поволжья по технологиям закрытой корневой системы, обладают хорошо заметными различиями основных линейных параметров. 2) Изменчивость тестируемых показателей надземной части растений в обследованных вариантах опыта обусловлена спецификой свойств применяемых торфяных субстратов, что вскрыл статистический анализ.

Литература

1. Абдуллина Д.С., Петрова И.В., Исаев А.П., Санников С.Н., Егоров Е.В. Геногеографическая дифференциация популяций *Pinus sylvestris* L. в Центральной Якутии. Аграрный вестник Урала. 2011. № 11(90). С. 20–21.
2. Аверкиев Д.С. История развития растительного покрова Горьковской области и ее ботанико-географическое деление // Ученые записки Горьковского университета. Горький, 1954. Выпуск XXXV. С. 119–136.
3. Алехин В.В. Объяснительная записка к геоботаническим картам (современной и восстановленной) бывшей Нижегородской губернии (в масштабе 1:500.000). – Ленинград - Горький: Горьковский государственный университет - 1 картографическая фабрика ВКТ (тип. 1 картогр. фабрики ВКТ). 1935. 67 с.
4. Алехин В.В. Растительность СССР в основных зонах. М.: Советская наука, 1951. 512 с.
5. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Горелов А.Н. Индекс неидентичности в сравнительной оценке плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов в

Нижегородской области // Сельские территории – основа развития страны: современное состояние, проблемы и перспективы: Матер. Всерос. (нац.) научн.-практ. конф. науч.-пед. раб. и молодых ученых. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2022. С. 20–26.

6. Бессчетнова Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2015. 586 с.

7. Бессчетнова Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. 382 с.

8. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Оценка генотипического несходства плюсовых деревьев сосны обыкновенной по выходу семян из шишек // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. Вып. 209. С. 16–30.

9. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2014. 368 с.

10. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Горелов А.Н. Таксационные показатели полусибсовых семей плюсовых деревьев сосны обыкновенной в испытательных культурах // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2025. Матер. XIV Межд. научно-практической конференции: г. Саратов - Нижний Новгород, 3-4 апреля 2025 г. / Под науч. ред. О.Б. Сокольской, Д.А. Соловьева, Н.Н. Бессчетновой. Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГАТУ, 2025. С. 239–249.

11. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Горелов А.Н. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной, отобранных в Нижегородской области по смолопродуктивности / Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, А.Н. Горелов // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). – 2021. Т. 25, № 4. – С. 5–14. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-4-5-14.

12. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Горелов А.Н., Михалюк А.В. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации во Владимирской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2022. – № 2. – С. 18–32. DOI: 10.21178/2079-6080.2022.2.188.

13. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Михалюк А.В., Горелов А.Н., Орнатский А.Н. Изменчивость и корреляция морфометрических показателей клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации во Владимирской области // Хвойные бореальной зоны. 2022. Том: 40, 4. С. 259–268.

14. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Орнатский А.Н., Коваленко И.П. Создание лесных культур сосны обыкновенной посевом семян в Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 239. С. 55–75. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.239.55-75

15. Горелов А.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Таксационные показатели испытательных культур сосны обыкновенной в Нижегородской области / А.Н. Горелов, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, // Актуальные проблемы лесного комплекса: по итогам международной научно-практической конференции, 1-30 ноября 2020 г. / Под общ. ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 58. – Брянск: БГИТУ, 2020. – С. 87 – 90.

16. Горелов А.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сравнительная оценка таксационных показателей плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. XXXX, № 1. С. 27–37.

17. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Наследственная обусловленность пигментного состава хвои представителей рода лиственница / А.О. Есичев, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). 2021. Т. 25, № 5. С. 5–13. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-5-13

18. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Видоспецифичность пигментного состава хвои представителей рода лиственница / А.О. Есичев, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. XXXIX, № 4. С. 313–321.

19. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Бабич А.Н., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Содержание и баланс запасных веществ в побегах лиственницы сибирской в условиях реинтродукции в Нижегородскую область // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 1. С. 17–27. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-1-17-27
20. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Внутривидовая изменчивость состояния ксилемы побегов лиственницы сибирской при интродукции в Нижегородскую область // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2021. № 3 (51). С. 28–40. DOI: 10.25686/2306-2827.2021.3.28
21. Жигунов А.В. Посадочный материал с закрытой корневой системой // Лесное хозяйство. 1998. № 4. С. 33–33.
22. Жигунов, А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Санкт Петербург: СПбНИИЛХ, 2000. 293 с.
23. Коваленко И.П., Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной посевом семян в Нижегородской области // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. С. 60–62.
24. Котынова М.Ю., Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Укоренение черенков декоративных форм туи западной (*Thuja Occidentális* L.) в теплицах // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Матер. XVIII Межд. науч.-тех. конф.: г. Вологда, 1 декабря 2020 г. Отв. ред. С.М. Хамитова. Вологда: ВоГУ, 2020. С. 147–149.
25. Лабутин А.Н., Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Эффективность лесных культур сосны и ели, созданных в Нижегородской области в рамках реализации проекта «Леса Киото» // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. С. 72–74.
26. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: Труды Института экологии растений и животных. Свердловск, 1969. С. 3–38.
27. Мочалов Б.А., Бабушкина С.В. Влияние вида кассет на размеры сеянцев сосны с закрытыми корнями и их рост в культурах на Севере // Лесной журнал. Известия вузов. 2013. № 5. С. 65–70.
28. Полуяхтов К.К. Лесорастительное районирование Горьковской области // Биологические основы повышения продуктивности и охраны лесных, луговых и водных фитоценозов Горьковского Поволжья. Горький: Изд-во Горьковского государственного университета, 1974. С. 4–20.
29. Янковская А.А., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной стандартными и контейнерными сеянцами в Борском лесничестве // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической онлайн конференции с международным участием: г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева, 2025. С. 165–177.
30. Янковская А.А., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Создание культур сосны обыкновенной сеянцами с открытой и закрытой корневой системой в Нижегородском Левобережье // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2025. Матер. XIV Межд. науч.-практ. конф.: г. Саратов - Нижний Новгород, 3-4 апреля 2025 г. / Под науч. ред. О.Б. Сокольской, Д.А. Соловьева, Н.Н. Бессчетновой. Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГАТУ, 2025. С. 259–268.
31. Babaev, R.N. Application of the Adobe Photoshop software package in leaf blade area measurement of woody plants // Lesnoy Zhurnal (Russian Forestry Journal). – 2021. – No 5(383). – P. 185-191. – DOI 10.37482/0536-1036-2021-5-185-191

32. Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Babich N.A., Bryntcev V.A. Differentiation of the plus trees of Scots pine on the physiological status of xylem // Lesnoy Zhurnal [Russian Forestry Journal]. 2023. № 4. Pp. 9–25.
33. Chaddock R.E. Principles and methods of statistics. Boston, New York: Houghton Mifflin Company. 1925. 471 p.
34. Dean A. Voss D., Draguljić D. Design and Analysis of Experiments (Springer Texts in Statistics) 2nd Edition, Kindle Edition. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag GmbH, 2017. 865 p.
35. Mead R., Curnow R.N., Hasted A.M. Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology. 3rd. ed. New York: Chapman and Hall/CRC, 2003. 488 p.
36. Mason R.L., Gunst R.F., Hess J.L. Statistical Design and Analysis of Experiments: With Applications to Engineering and Science. 2nd. Edition. Hoboken, New Jersey (Printed in the USA): Wiley-Interscience, Wiley Series in Probability and Statistics, 2003. 752 p.
37. Noll F., Lyons C.K. A novel method for manually falling trees // The Forestry Chronicle. 2010. Vol. 86, No. 5. P. 608-613. DOI: <https://doi.org/10.5558/tfc86608-5>
38. Srinagesh K. The Principles of Experimental Research. Waltham, Massachusetts (United States): Butterworth-Heinemann, 2005. 432 p.
39. Zar, J.H. Biostatistical Analysis: Fifth Edition. Edinburg Gate: Pearson New International edition - Pearson Education Limited, 2014. 756 p.

УДК 630*18+630*165.61

КОРРЕЛЯЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕЯНЦЕВ С ОТКРЫТОЙ И ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, И.А. Шайфлер
*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
агротехнологический университет им. Л.Я Флорентьева»*

Резюме. Изучали корреляцию параметров надземной части растений в лесных культурах сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом с закрытой и открытой корневой системой. Исходные данные собраны в полевых условиях методами натурной таксации насаждений. Выполнение работ предусматривало соблюдение принципа единственного логического различия, а также базовых требований к организации опыта – типичности, пригодности надежности и целесообразности. Методика предусматривала натурную таксацию со сплошным пересчетом деревьев на пробных площадях. Повторностями опыта выбраны учетные ряды каждого из вариантов сравниваемых технологий создания лесных культур. Высоту деревьев фиксировали мерной рейкой с точностью до 1 см, диаметр ствола у шейки корня – штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Установили величину и направленность взаимозависимости характеристик стволовой части растений на участках искусственного лесовосстановления, выполненного с применением разных технологий. Достоверные величины коэффициентов корреляции получены для каждого из вариантов создания лесных культур общего назначения.

Ключевые слова: лесные культуры, сосна обыкновенная, сеянцы ОКС, сеянцы ЗКС, таксационные показатели, корреляция, изменчивость.

Введение. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г. ориентирует отечественных лесоводов на последовательное решение обозначенных в ней кардинальных задач.

Неукоснительное воплощение в жизнь ключевых положений этого акта государственного планирования обеспечит поэтапный переход отрасли к интенсивным формам ведения хозяйства, инновационному характеру планируемых и проводимых мероприятий, устойчивому управлению лесами, непрерывному и неистощительному лесопользованию. Ключевым условием успешного исполнения указанного программного документа выступает глубокая модернизация и дальнейшее совершенствование существующих технологий лесокультурного производства, оптимизация породного состава искусственных насаждений различного целевого назначения и конструкций, включая целевые промышленные плантации и плантационные культуры. Важным аспектом системной модернизации и дальнейшем совершенствовании методов и техник искусственного восстановления насаждений главных лесообразующих пород Российской Федерации обуславливает актуальность научных изысканий в указанном направлении. В полной мере это относится к сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) [6–9]. Её ареал охватывает значительную часть территории Европы и Азии [1–4, 27], при этом естественные насаждения доминируют в лесах Нижегородской области [2–9, 27], где создано немало лесных культур [14, 23, 25, 29, 30], в том числе посадочным материалом с закрытой корневой системой [29, 30], объектов постоянной лесосеменной базы [12, 13, 16, 31] и единого генетико-селекционного комплекса [5, 10, 11, 15]. Повышение результативности лесовосстановительных мероприятий во многом определяется уровнем развития их технологий, в частности, выращиванием для этих целей посадочного материала с закрытой корневой системой [21, 22, 27, 29, 30].

Цель исследований – установить направленность и тесноту корреляций таксационных показателей на участках лесных культур, созданных в Правобережье Нижегородского Поволжья сеянцами сосны обыкновенной с закрытой и открытой корневой системой.

Цель исследований – установить тенденции во взаимосвязанной динамике таксационных показателей лесных культур сосны обыкновенной на участках, созданных в Правобережье Нижегородского Поволжья сеянцами с закрытой и открытой корневой системой.

Объектом исследований выступали искусственные молодняки указанной породы на территории Лысковского (56.067651N, 45.096479E) и Починковского (54.856127047 N, 45.096813318E) лесничеств Нижегородской области. Предметом исследований служила взаимосвязанная изменчивость

таксационных показателей лесных культур, созданных стандартными сеянцами с открытой и закрытой корневой системой. Теоретической платформой построения методик выступали принципы единственного логического различия, пригодности, пригодности и целесообразности опыта. Согласно им сравнению подвергали только одновозрастные особи, а учеты их параметров производили одновременно. Организация исследований предусматривала натурную таксацию со сплошным пересчетом деревьев на пробных площадях. Повторностями опыта выбраны учетные ряды каждого из вариантов сравниваемых технологий создания лесных культур. Высоту деревьев измеряли мерной рейкой с точностью до 1 см. Диаметр ствола у шейки корня устанавливали штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Помимо показателей, фиксируемых в процессе непосредственного обмера и учета, анализу подвергали производные от них признаки надземной части ствола, получаемые расчетным путем [5–9], что широко распространено в лесоводственных [17–19, 31] и биологических [18–20] исследованиях. Нахождение описательных статистик и проведение корреляционного анализа выполнено с учетом существующих методических руководств [34–39]. Изменчивость признаков оценивали по шкале Мамаева [26], тесноту связи – по шкале Чеддока [24, 32, 33].

Результаты и обсуждение. Параметры надземной части растений на обследованных участках лесных культур характеризовались неоднородностью, которая проявлялась, как индивидуальная изменчивость в границах каждого из участков, так и в форме различий между ними (табл. 1).

Таблица 1. Таксационные показатели лесных культур сосны обыкновенной, созданных сеянцами с закрытой и открытой корневой системой^{1, 2}

Технологии	Закрытая корневая система			Открытая корневая система		
	М± m	Сv, %	P, %	М± m	Сv, %	P, %
Признак 1	132,33±2,16	23,09	1,63	155,73±1,66	15,03	1,06
Признак 2	3,24±0,04	18,04	1,28	3,79±0,05	17,02	1,20
Признак 3	8,50±0,23	38,29	2,71	11,59±0,28	34,30	41,24
Признак 4	0,41±0,006	19,77	1,40	0,42±0,004	13,21	0,93
Признак 5	2,52±0,04	20,22	1,43	2,44±0,02	13,27	0,94
Признак 6	0,17±0,004	31,65	2,24	0,15±0,003	27,65	1,96
Признак 7	1181,2±52,1	61,17	4,33	1867,1±62,9	47,63	3,37

¹Показатели: М — среднее значение признака; ±m — ошибка репрезентативности выборочного среднего (абсолютная ошибка); Сv, % — коэффициент изменчивости значений анализируемого показателя; Р, % — точность опыта или относительная ошибка.

²Признаки: 1 — высота надземной части, см; 2 — диаметр шейки корня, см; 3 — площадь поперечного сечения ствола у шейки корня, см²; 4 — отношение высоты ствола к диаметру,

м/см; 5 – сбе́г ствола, см/м; 6 – индекс напряженности роста дерева, м/см²; 7 – объем видового цилиндра, см³.

В частности, среднее значение высоты $155,73 \pm 1,66$ см на участке с открытой корневой системой превышало аналогичный параметр варианта с закрытой корневой системой $132,33 \pm 2,16$ см в 1,18 раза или на 23,40 см. Сопоставление диаметров ствола также выявило превосходство насаждений, созданных сеянцами с открытой корневой системой: их величина ($3,79 \pm 0,05$ см) оказалась больше такого же показателя на участке с закрытой корневой системой ($3,24 \pm 0,04$ см) в 1,17 раза или на 0,55 см. В оценках по коэффициенту вариации отмеченный разброс значений разных признаков неодинаков и чаще соответствует низкому ($C_v = 7...15\%$) или среднему ($C_v = 16...25\%$) уровню изменчивости по шкале Мамаева, а также повышенному ($C_v = 26...35\%$) и высокому ($C_v = 36...50\%$) уровню той же шкалы. Подобные заключения можно сделать и в отношении других характеристик тестируемых насаждений. При этом полученный материал статистически надежен и достоверен: относительная ошибка опыта не превысила предельно допустимый пятипроцентный рубеж.

Зафиксированная изменчивость рассматриваемых таксационных показателей и подтвержденная статистическая значимость их оценок создали необходимые предпосылки к проведению корреляционного анализа между ними на каждом из опытных участков (табл. 2, 3).

Таблица 2 – Корреляция таксационных показателей на участке лесных культур сосны обыкновенной, созданных сеянцами с закрытой корневой системой¹

Показатель	Таксационные показатели						
	Признак-1	Признак-2	Признак-3	Признак-4	Признак-5	Признак-6	Признак-7
1	2	3	4	5	6	7	8
Признак 1 – Высота надземной части растений							
r	1,000	0,572	0,568	0,649	-0,658	0,074	0,769
± mr	0,000	0,058	0,058	0,054	0,054	0,071	0,045
tr	999(9)	9,81	9,72	12,00	12,28	1,04	16,93
Признак 2 – Диаметр ствола у шейки корня							
r	0,572	1,000	0,987	-0,241	0,219	-0,714	0,900
± mr	0,058	0,000	0,011	0,069	0,069	0,050	0,031
tr	9,81	999(9)	86,12	3,49	3,16	14,33	29,12
Признак 3 – Площадь поперечного сечения ствола у шейки корня							
r	0,568	0,987	1,000	-0,224	0,200	-0,652	0,936

$\pm mr$	0,058	0,011	0,000	0,069	0,070	0,054	0,025
tr	9,72	86,12	999(9)	3,24	2,87	12,09	37,41
Признак 4 – Отношение высоты ствола к его диаметру							
r	0,649	-0,241	-0,224	1,000	-0,977	0,781	0,082
$\pm mr$	0,054	0,069	0,069	0,000	0,015	0,044	0,071
tr	12,00	3,49	3,24	999(9)	63,94	17,62	1,16
Признак 5 – Абсолютный сбег ствола							
r	-0,658	0,219	0,200	-0,977	1,000	-0,749	-0,114
$\pm mr$	0,054	0,069	0,070	0,015	0,000	0,047	0,071
tr	12,28	3,16	2,87	63,94	999(9)	15,92	1,62
Признак 6 – Индекс напряженности роста дерева							
r	0,074	-0,714	-0,652	0,781	-0,749	1,000	-0,394
$\pm mr$	0,071	0,050	0,054	0,044	0,047	0,000	0,065
tr	1,04	14,33	12,09	17,62	15,92	999(9)	6,03
Признак 7 – Объем видового цилиндра							
r	0,769	0,900	0,936	0,082	-0,114	-0,394	1,000
$\pm mr$	0,045	0,031	0,025	0,071	0,071	0,065	0,000
tr	16,93	29,12	37,41	1,16	1,62	6,03	999(9)

¹Показатели: r – парный коэффициент корреляции Пирсона; $\pm mr$ – ошибка коэффициента корреляции; tr – критерий достоверности коэффициента корреляции ($t_{05} = 1,972$; $t_{01} = 2,601$).

Так, в культурах, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой, расчетные коэффициенты корреляций при парном сравнении рядов значений исследуемых признаков продемонстрировали оценки в весьма широком диапазоне и при их разной направленности (см. табл. 2). Например, с диаметром ствола взаимозависимость ($r \pm mr = 0,572 \pm 0,058$) определена как положительная по направленности и средняя согласно шкале Чеддока по силе проявления ($r = 0,5 \dots 0,5$). Сопоставимые оценки получены по корреляции с площадью поперечного сечения ствола ($r \pm mr = 0,5682 \pm 0,058$), отношением высоты ствола к диаметру ($r \pm mr = 0,649 \pm 0,054$) и сбегу ствола ($r \pm mr = -0,658 \pm 0,054$), причем в последнем случае направленность связи отрицательная по знаку. Во взаимодействии с объемом видового цилиндра связь более тесная ($r \pm mr = 0,769 \pm 0,045$), положительная и оцениваемая как высокая по ранее принятой шкале. Во всех указанных случаях оценки статистически значимы, поскольку уверенно превышали минимально допустимый предел как на 5-процентном, так и на 1-процентном уровне значимости ($t_{05} = 1,972$; $t_{01} = 2,601$). В то же время взаимозависимость с индексом напряженности роста дерева ($r \pm mr = 0,074 \pm 0,071$) принципиально меньше, и при её положительной направленности не имела подтверждения статистической значимости ($t_{оп} < t_{05} < t_{01}$).

Весьма информативный при определении общего запаса в насаждении диаметр ствола сформировал свою картину корреляций с другими

таксационными показателями. Во взаимодействии с площадью поперечного сечения ствола ($r \pm mr = 0,987 \pm 0,011$) и объемом видового цилиндра ($r \pm mr = 0,900 \pm 0,031$) положительная связь достигла очень высокого уровня ($r = 0,9 \dots 1,0$). Несколько меньшей и отрицательной по знаку она была во взаимосвязи с индексом напряженности роста дерева ($r \pm mr = -0,714 \pm 0,050$). По остальным признакам (обратные корреляции не рассматривались) связь оказалась очень слабой, достоверной и разнонаправленной: $r \pm mr = -0,241 \pm 0,069$ (отношение высоты ствола к диаметру) и $r \pm mr = 0,219 \pm 0,069$ (сбег ствола). Очень высокие оценки по шкале Чеддока наблюдались в корреляции площади поперечного сечения ствола с объемом видового цилиндра ($r \pm mr = 0,936 \pm 0,031$) и в корреляции отношения высоты ствола к диаметру со сбегом ствола ($r \pm mr = -0,977 \pm 0,015$). В первом случае связь положительная, во втором – отрицательная при достаточной статистической значимости ($t_{оп} > t_{01} > t_{05}$).

На участке лесных культур, созданных стандартными сеянцами, основные тенденции в коррелировании между собой признаков надземной части растений сохранились в той или иной мере (см. табл. 3). В частности, почти полностью тождественными были качественные оценки тесноты связи рассматриваемых характеристик стволовой части деревьев, равно как и их направленность по знаку (положительная или отрицательная).

Таблица 3 – Корреляция таксационных показателей на участке лесных культур сосны обыкновенной, созданных сеянцами с открытой корневой системой¹

Показатель	Таксационные показатели						
	Признак-1	Признак-2	Признак-3	Признак-4	Признак-5	Признак-6	Признак-7
1	2	3	4	5	6	7	8
Признак 1 – Высота надземной части растений							
r	1,000	0,676	0,680	0,242	-0,258	-0,299	0,831
$\pm mr$	0,000	0,052	0,052	0,069	0,069	0,068	0,040
tr	999(9)	12,91	13,05	3,50	3,76	4,41	21,00
Признак 2 – Диаметр ствола у шейки корня							
r	0,676	1,000	0,994	-0,541	0,528	-0,875	0,945
$\pm mr$	0,052	0,000	0,008	0,060	0,060	0,034	0,023
tr	12,91	999(9)	123,45	9,04	8,74	25,42	40,50
Признак 3 – Площадь поперечного сечения ствола у шейки корня							
r	0,680	0,994	1,000	-0,516	0,505	-0,838	0,963
$\pm mr$	0,052	0,008	0,000	0,061	0,061	0,039	0,019
tr	13,05	123,45	999(9)	8,47	8,24	21,65	50,04
Признак 4 – Отношение высоты ствола к его диаметру							
r	0,242	-0,541	-0,516	1,000	-0,984	0,844	-0,284

$\pm mr$	0,069	0,060	0,061	0,000	0,013	0,038	0,068
tr	3,50	9,04	8,47	999(9)	76,55	22,10	4,17
Признак 5 – Абсолютный сбег ствола							
r	-0,258	0,528	0,505	-0,984	1,000	-0,813	0,267
$\pm mr$	0,069	0,060	0,061	0,013	0,000	0,041	0,068
tr	3,76	8,74	8,24	76,55	999(9)	19,64	3,90
Признак 6 – Индекс напряженности роста дерева							
r	-0,299	-0,875	-0,838	0,844	-0,813	1,000	-0,688
$\pm mr$	0,068	0,034	0,039	0,038	0,041	0,000	0,052
tr	4,41	25,42	21,65	22,10	19,64	999(9)	13,34
Признак 7 – Объем видового цилиндра							
r	0,831	0,945	0,963	-0,284	0,267	-0,688	1,000
$\pm mr$	0,040	0,023	0,019	0,068	0,068	0,052	0,000
tr	21,00	40,50	50,04	4,17	3,90	13,34	999(9)

¹Показатели: r – парный коэффициент корреляции Пирсона; $\pm mr$ – ошибка коэффициента корреляции; tr – критерий достоверности коэффициента корреляции ($t_{05} = 1,972$; $t_{01} = 2,601$).

В большинстве случаев полученный в ходе выполнения анализов материал статистически достоверен: t-критерии Стьюдента, определявшие достоверность коэффициента корреляции, принципиально больше своего допустимого минимума ($t_{05} = 1,972$; $t_{01} = 2,601$), а относительная ошибка (показатель точности расчетов) не выходила за установленный 5-процентный предел.

Выводы. 1) Лесные культуры сосны обыкновенной, созданные в Правобережье Нижегородского Поволжья посадочным материалом с открытой и закрытой корневой системой, обладают хорошо заметными различиями основных таксационных показателей и других признаков стволовой части учетных деревьев при некотором преимуществе оценок стандартных сеянцев, выращенных по традиционным технологиям. 2) Изменчивость тестируемых параметров надземной части растений на обследованных участках лесных культур взаимообусловлена, что вскрыл парный корреляционный анализ. 3) Наибольшая теснота связи, соответствующая очень высокому уровню по шкале Чеддока, зафиксирована между диаметром ствола и площадью его поперечного сечения, между диаметром ствола и объемом видового цилиндра, а так же между отношением высоты ствола к диаметру и сбегом ствола.

Литература

1. Абдуллина Д.С., Петрова И.В., Исаев А.П., Санников С.Н., Егоров Е.В. Геноеографическая дифференциация популяций *Pinus sylvestris* L. в Центральной Якутии. Аграрный вестник Урала. 2011. № 11(90). С. 20–21.

2. Аверкиев Д.С. История развития растительного покрова Горьковской области и ее ботанико-географическое деление // Ученые записки Горьковского университета. Горький, 1954. Выпуск XXXV. С. 119–136.
3. Алехин В.В. Объяснительная записка к геоботаническим картам (современной и восстановленной) бывшей Нижегородской губернии (в масштабе 1:500.000). – Ленинград - Горький: Горьковский государственный университет - 1 картографическая фабрика ВКТ (тип. 1 картогр. фабрики ВКТ). 1935. 67 с.
4. Алехин В.В. Растительность СССР в основных зонах. М.: Советская наука, 1951. 512 с.
5. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Горелов А.Н. Индекс неидентичности в сравнительной оценке плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов в Нижегородской области // Сельские территории – основа развития страны: современное состояние, проблемы и перспективы: Матер. Всерос. (нац.) научн.-практ. конф. науч.-пед. раб. и молодых ученых. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2022. С. 20–26.
6. Бессчетнова Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2015. 586 с.
7. Бессчетнова Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. 382 с.
8. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Оценка генотипического несходства плюсовых деревьев сосны обыкновенной по выходу семян из шишек // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. Вып. 209. С. 16–30.
9. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2014. 368 с.
10. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Горелов А.Н. Таксационные показатели полусибсовых семей плюсовых деревьев сосны обыкновенной в испытательных культурах // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2025. Матер. XIV Межд. научно-практической конференции: г. Саратов - Нижний Новгород, 3-4 апреля 2025 г. / Под науч. ред. О.Б. Сокольской, Д.А. Соловьева, Н.Н. Бессчетновой. Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГТУ, 2025. С. 239–249.
11. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Горелов А.Н. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной, отобранных в Нижегородской области по смолопродуктивности / Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, А.Н. Горелов // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). – 2021. Т. 25, № 4. – С. 5–14. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-4-5-14.
12. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Горелов А.Н., Михалюк А.В. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации во Владимирской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2022. – № 2. – С. 18–32. DOI: 10.21178/2079-6080.2022.2.188.
13. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Михалюк А.В., Горелов А.Н., Орнатский А.Н. Изменчивость и корреляция морфометрических показателей клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации во Владимирской области // Хвойные бореальной зоны. 2022. Том: 40, 4. С. 259–268.
14. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Орнатский А.Н., Коваленко И.П. Создание лесных культур сосны обыкновенной посевом семян в Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 239. С. 55–75. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.239.55-75
15. Горелов А.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Таксационные показатели испытательных культур сосны обыкновенной в Нижегородской области / А.Н. Горелов, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, // Актуальные проблемы лесного комплекса: по итогам

- международной научно-практической конференции, 1-30 ноября 2020 г. / Под общ. ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 58. – Брянск: БГИТУ, 2020. – С. 87 – 90.
16. Горелов А.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сравнительная оценка таксационных показателей плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. XXXX, № 1. С. 27–37.
17. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Наследственная обусловленность пигментного состава хвои представителей рода лиственница / А.О. Есичев, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). 2021. Т. 25, № 5. С. 5–13. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-5-13
18. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Видоспецифичность пигментного состава хвои представителей рода лиственница / А.О. Есичев, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. XXXIX, № 4. С. 313–321.
19. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Бабищ А.Н., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Содержание и баланс запасных веществ в побегах лиственницы сибирской в условиях реинтродукции в Нижегородскую область // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 1. С. 17–27. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-1-17-27
20. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Внутривидовая изменчивость состояния ксилемы побегов лиственницы сибирской при интродукции в Нижегородскую область // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2021. № 3 (51). С. 28–40. DOI: 10.25686/2306-2827.2021.3.28
21. Жигунов А.В. Посадочный материал с закрытой корневой системой // Лесное хозяйство. 1998. № 4. С. 33–33.
22. Жигунов, А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Санкт Петербург: СПбНИИЛХ, 2000. 293 с.
23. Коваленко И.П., Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной посевом семян в Нижегородской области // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. С. 60–62.
24. Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Зубенкова Э.С., Калинина М.В., Бирюков А.П., Ласточкина Е.М., Молодцова Д.В., Вайнсон А.А. Сила связи. Сообщение 2. Градации величины корреляции // Медицинская радиология и радиационная безопасность: Радиационная биология. 2019. Том 64. № 6. С. 12–24. DOI: 10.12737/1024-6177-2019-64-6-12-24
25. Лабутин А.Н., Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Эффективность лесных культур сосны и ели, созданных в Нижегородской области в рамках реализации проекта «Леса Киото» // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. С. 72–74.
26. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: Труды Института экологии растений и животных. Свердловск, 1969. С. 3–38.
27. Мочалов Б.А., Бабушкина С.В. Влияние вида кассет на размеры сеянцев сосны с закрытыми корнями и их рост в культурах на Севере // Лесной журнал. Известия вузов. 2013. № 5. С. 65–70.
28. Полуяхтов К.К. Лесорастительное районирование Горьковской области // Биологические основы повышения продуктивности и охраны лесных, луговых и водных фитоценозов Горьковского Поволжья. Горький: Изд-во Горьковского государственного университета, 1974. С. 4–20.
29. Янковская А.А., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной стандартными и контейнерными сеянцами в Борском

лесничестве // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической онлайн конференции с международным участием: г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева, 2025. С. 165–177.

30. Янковская А.А., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Создание культур сосны обыкновенной сеянцами с открытой и закрытой корневой системой в Нижегородском Левобережье // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2025. Материалы XIV Международной научно-практической конференции: г. Саратов - Нижний Новгород, 3-4 апреля 2025 г. / Под науч. ред. О.Б. Сокольской, Д.А. Соловьева, Н.Н. Бессчетновой. Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГАТУ, 2025. С. 259–268.

31. Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. Babich N.A., Bryntcev V.A. Differentiation of the plus trees of Scots pine on the physiological status of xylem // *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal]. 2023. № 4. Pp. 9–25.

32. Bruce D., Reineke L.H. Correlation alignment charts in forest research. A method of solving problems in curvilinear multiple correlation. USA Department of Agriculture, Washington. Technical Bulletin № 210. February 1931. 88 p.

33. Chaddock R.E. Principles and methods of statistics. Boston, New York: Houghton Mifflin Company. 1925. 471 p.

34. Dean A. Voss D., Draguljić D. Design and Analysis of Experiments (Springer Texts in Statistics) 2nd Edition, Kindle Edition. Heidelberg, Germany: Springer-Verlag GmbH, 2017. 865 p.

35. Mead R., Curnow R.N., Hasted A.M. Statistical Methods in Agriculture and Experimental Biology. 3rd. ed. New York: Chapman and Hall/CRC, 2003. 488 p.

36. Mason R.L., Gunst R.F., Hess J.L. Statistical Design and Analysis of Experiments: With Applications to Engineering and Science. 2nd. Edition. Hoboken, New Jersey (Printed in the USA): Wiley-Interscience, Wiley Series in Probability and Statistics, 2003. 752 p.

37. Noll F., Lyons C.K. A novel method for manually falling trees // *The Forestry Chronicle*. 2010. Vol. 86, No. 5. P. 608-613. DOI: <https://doi.org/10.5558/tfc86608-5>

38. Srinagesh K. The Principles of Experimental Research. Waltham, Massachusetts (United States): Butterworth-Heinemann, 2005. 432 p.

39. Zar, J.H. Biostatistical Analysis: Fifth Edition. Edinburg Gate: Pearson New International edition - Pearson Education Limited, 2014. 756 p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА ХВОИ МОЖЖЕВЕЛЬНИКОВ ДЕНДРАРИЯ НГАТУ ИМ. Л. Я. ФЛОРЕНТЬЕВА

А. С. Вилков, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, М. А. Крошкин

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева»*

Резюме. В материале статьи содержится информация об исследовании пигментного состава хвои можжевельников, расположенных в коллекции дендропарка ФГБОУ ВО Нижегородского ГАТУ им. Л. Я. Флорентьева. Приводится перечень сортов и видов произрастающих в природно-климатических условиях дендропарка, рассматриваются сходства и различия пигментного состава растений рода Можжевельник. Сформулированы выводы, исходя из полученных опытных данных, с учётом соблюдения принципа единственного логического различия, соблюдены базовые требования к проведению опытных исследований - целесообразности, типичности, пригодности и надёжности. Сформулированы практические рекомендации, применимые при проектировании зелёных насаждений в природно-климатических условиях города Нижнего Новгорода и Нижегородской области.

Ключевые слова: можжевельник, пигменты, исследование пигментного состава, хлорофилл-а, хлорофилл-б.

Введение. Формирование разнообразного и устойчивого ассортимента для озеленения городов и населённых пунктов нашей страны - важная задача для науки и практики. Зелёные насаждения в городах и населённых пунктах выполняют важные функции - например, формируют благоприятный микроклимат в местах проживания людей, снижают концентрацию вредных примесей в воздухе, улучшают внешний вид, создают зоны рекреации и отдыха, скрывают неприглядные объекты, не обладающие эстетическими свойствами (объекты инфраструктуры, хозяйственные постройки).

Представители рода Можжевельник имеют некоторые дополнительные преимущества в сравнении с остальными родами растений. Данный род обладает обширным разнообразием форм, видов и сортов, что позволяет формировать самые разнообразные композиции, в том числе, состоящие из видов одного рода. Так же можжевельники производят значительное количество фитонцидов, которые снижают концентрацию микроорганизмов в окружающей среде, что очень важно в условиях крупных городских агломераций, где велика концентрация населения на единицу площади. Следует отметить и нетребовательность к почвенным условиям, традиционно не располагающим в городских условиях к формированию высокодекоративных

насаждений. Большинство растений не выносят тех почвенных условий, которые складываются в виду антропогенной деятельности человека. Формирование насаждений из можжевельников тем самым удешевляют проекты озеленения, ввиду отсутствия необходимости завоза на объекты плодородного грунта и вывоза неплодородного.

Изучение пигментного состава растений позволяет нам судить о широком спектре факторов. Например, по пигментному составу мы имеем возможность достоверно судить о физиологическом состоянии растения в конкретных условиях произрастания (испытывает ли растение температурный стресс, водный стресс, испытывает ли избыток или наоборот недостаток солнечного света). По состоянию пигментов можно судить о скорости и эффективности фотосинтеза. Это важно, поскольку, чем выше содержание хлорофилла в клетках растений, тем более эффективно идёт фотосинтез, а следовательно, растению комфортно в данных условиях произрастания и существует возможность прогнозировать будущую продуктивность насаждения.

Цель исследований – изучить пигментный состав представителей рода Можжевельник, произрастающих на территории дедрария ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ им. Л. Я. Флорентьева.

Объект исследований. Одновозрастные искусственные насаждения следующих представителей рода Можжевельник: 2 видовые формы - можжевельник обыкновенный (*J. communis* L.) и можжевельник казацкий (*J. sabina* L.) и сортовые формы: можжевельник казацкий тамариксолистный (*J. sabina* L. var. *Tamariscifolia*), можжевельник чешуйчатый 'Блю Карпет' (*J. squamata* Lamb. var. 'Blue Carpet'), можжевельник чешуйчатый 'Майери' (*J. squamata* Lamb. var. 'Meyeri'), можжевельник средний 'Минт Джулеп' (*J. ×media* Van Melle 'Mint Julep') и можжевельник горизонтальный 'Джейд Ривер' (*J. horizontalis* Moench var. 'Jade River'). Все растения в 5-кратной повторности произрастают в границах единого экспериментального участка в городе Нижний Новгород с координатами 56°17'57.984"N, 43°58'59.988"E. Данный участок принадлежит хвойно-широколиственному лесному району Европейской части России зона хвойно-широколиственных лесов. Предметом исследований выступала сортовая специфика пигментного состава (содержание хлорофилла-а, хлорофилла-б, каротиноидов). Измерения проведены с помощью

спектрофотометра СФ-2000, а концентрация указанных пигментов вычислена по уравнениям Ветштейна – Хольма для 96-процентного этанола.

Результаты и обсуждение.

Изученные объекты, представлявшие собой виды и сорта можжевельника, демонстрировали заметную фенотипическую неоднородность в параметрах пигментного состава хвои. Это наблюдалось по всем анализируемым признакам, как между сравниваемыми между собой таксонами, так и на уровне индивидуальной изменчивости особей каждой из них.

Обнаружены существенные различия в пигментном составе хвои у сравниваемых между собой тестируемых видов и сортов.

Содержание хлорофилла-а в листовой массе исследуемых особей изменчиво: от 1,553 мг/г (*J. communis* L. typical form) до 1,237 мг/г (*J. ×media* Van Melle 'Mint Julep'). Превышение большего из них над меньшим достигло 0,316 мг/г.

Таблица 1 - Содержание хлорофилла-А в хвое форм и сортов можжевельника.

Клоны	N	M	СКО	Max	Min	Δ lit	$\pm m$	Cv,%	t	P,%
Можжевельник казацкий тамариксолистный – <i>J. sabina</i> L. var. <i>Tamariscifolia</i>										
Клон 1	5	1,425	0,0724	1,5	1,3	0,181	0,0324	5,0828	43,993	2,2731
Клон 2	5	0,987	0,0726	1,1	0,9	0,1753	0,0325	7,3543	30,405	3,289
Клон 3	5	1,027	0,1145	1,2	0,9	0,3087	0,0512	11,147	20,06	4,9851
Клон 4	5	1,142	0,1095	1,3	1,0	0,2642	0,049	9,587	23,324	4,2874
Клон 5	5	0,969	0,1422	1,2	0,8	0,3986	0,0636	14,672	15,241	6,5614
Можжевельник чешуйчатый 'Блю Карпет' – <i>J. squamata</i> Lamb. var. 'Blue Carpet'										
Клон 1	5	1,524	0,0403	1,6	1,5	0,0951	0,018	2,6418	84,64	1,1815
Клон 2	5	0,959	0,0646	1,1	0,9	0,1647	0,0289	6,7413	33,17	3,0148
Клон 3	5	1,186	0,2244	1,5	0,9	0,6313	0,1004	18,927	11,814	8,4645
Клон 4	5	1,025	0,0626	1,1	0,9	0,1531	0,028	6,114	36,573	2,7343
Клон 5	5	0,991	0,0911	1,1	0,9	0,2111	0,0408	9,1937	24,322	4,1115
Можжевельник чешуйчатый 'Майери' – <i>J. squamata</i> Lamb. var. 'Meyeri'										
Клон 1	5	1,492	0,0305	1,5	1,4	0,0745	0,0137	2,0466	109,26	0,9153
Клон 2	5	0,909	0,1094	1,1	0,8	0,3	0,0489	12,042	18,569	5,3853
Клон 3	5	0,938	0,0642	1,0	0,9	0,1556	0,0287	6,842	32,681	3,0598

Клон 4	5	1,074	0,1717	1,3	0,9	0,4309	0,0768	15,997	13,978	7,1541
Клон 5	5	0,921	0,07	1,0	0,8	0,1778	0,0313	7,5997	29,423	3,3987
Можжевельник средний 'Минт Джулеп' (J. ×media Van Melle 'Mint Julep')										
Клон 1	5	1,237	0,0892	1,4	1,1	0,2353	0,0399	7,2079	31,022	3,2235
Клон 2	5	0,919	0,0238	1,0	0,9	0,0647	0,0106	2,5838	86,542	1,1555
Клон 3	5	0,961	0,1082	1,1	0,8	0,2333	0,0484	11,267	19,847	5,0386
Клон 4	5	0,895	0,0322	0,9	0,9	0,0889	0,0144	3,5925	62,243	1,6066
Клон 5	5	0,935	0,0984	1,0	0,8	0,2222	0,044	10,534	21,228	4,7108
Можжевельник казацкий типичная форма – J. sabina L. (typical form)										
Клон 1	5	1,550	0,0258	1,6	1,5	0,0654	0,0115	1,663	134,46	0,7437
Клон 2	5	0,888	0,1064	1,0	0,8	0,2222	0,0476	11,975	18,673	5,3555
Клон 3	5	0,898	0,1982	1,2	0,7	0,5111	0,0886	22,08	10,127	9,8744
Клон 4	5	0,932	0,1123	1,1	0,8	0,2986	0,0502	12,042	18,57	5,3852
Клон 5	5	0,881	0,103	1,0	0,8	0,242	0,0461	11,697	19,117	5,231
Можжевельник горизонтальный 'Jade River' – J. horizontalis Moench var. 'Jade River'										
Клон 1	5	1,514	0,0288	1,5	1,5	0,0681	0,0129	1,9059	117,32	0,8524
Клон 2	5	0,884	0,0766	0,9	0,8	0,1933	0,0343	8,6733	25,781	3,8788
Клон 3	5	0,838	0,0591	0,9	0,8	0,1478	0,0264	7,0521	31,708	3,1538
Клон 4	5	0,891	0,1199	1,1	0,7	0,3332	0,0536	13,457	16,616	6,0183
Клон 5	5	0,859	0,0767	1,0	0,8	0,209	0,0343	8,9288	25,043	3,9931
Можжевельник скальный «Blue Arrow» - J. scopulorum Sarg. 'Blue Arrow'										
Клон 1	5	1,514	0,0243	1,5	1,5	0,0486	0,0109	1,6039	139,42	0,7173
Клон 2	5	0,802	0,0449	0,9	0,7	0,1111	0,0201	5,591	39,994	2,5004
Клон 3	5	0,841	0,0375	0,9	0,8	0,0943	0,0168	4,4613	50,122	1,9951
Клон 4	5	0,832	0,0505	0,9	0,8	0,1101	0,0226	6,0676	36,852	2,7135
Клон 5	5	0,797	0,0426	0,8	0,7	0,1	0,0191	5,3499	41,797	2,3925
Можжевельник виргинский «Grey Owl» - J. virginiana L. 'Grey Owl'										
Клон 1	5	1,422	0,0554	1,5	1,4	0,1425	0,0248	3,8944	57,417	1,7416
Клон 2	5	1,062	0,0947	1,2	0,9	0,2555	0,0424	8,9147	25,083	3,9866
Клон 3	5	1,143	0,0764	1,2	1,0	0,2	0,0342	6,6818	33,465	2,9882
Клон 4	5	1,092	0,1058	1,2	0,9	0,2778	0,0473	9,6873	23,083	4,3323
Клон 5	5	1,185	0,1195	1,3	1,1	0,2556	0,0534	10,085	22,173	4,5101
Можжевельник обыкновенный типичная форма - J. communis L. (typical form)										
Клон 1	5	1,553	0,0154	1,6	1,5	0,0365	0,0069	0,9933	225,12	0,4442

Клон 2	5	0,790	0,0801	0,9	0,7	0,1889	0,0358	10,141	22,051	4,535
Клон 3	5	0,766	0,0487	0,8	0,7	0,1333	0,0218	6,3586	35,166	2,8437
Клон 4	5	0,746	0,0716	0,9	0,7	0,1889	0,032	9,5994	23,294	4,293
Клон 5	5	0,817	0,133	1,0	0,7	0,3344	0,0595	16,293	13,724	7,2864

Содержание хлорофилла-*b* в листовой массе исследуемых особей изменчиво: от 1,804 мг/г (*J. horizontalis* Moench 'Jade River') до 0,742 мг/г (*J. ×media* Van Melle 'Mint Julep'). Превышение большего из них над меньшим достигло 1,062 мг/г или в 2,43 раза, что указывает на очень высокую амплитуду изменчивости и сильную физиологическую специфику таксонов по данному признаку.

Таблица 2 - Содержание хлорофилла-В в хвое сортов и видов можжевельников.

Клоны	N	M	СКО	Max	Min	Δ lit	±m	Cv,%	t	P,%
Можжевельник казацкий тамариксолистный – <i>J. sabina</i> L. var. <i>Tamariscifolia</i>										
Клон 1	5	1,078	0,0798	1,2	0,9	0,2129	0,0357	7,4001	30,217	3,3094
Клон 2	5	1,235	0,0786	1,3	1,2	0,1889	0,0351	6,3609	35,154	2,8447
Клон 3	5	1,266	0,0858	1,3	1,2	0,1889	0,0384	6,7777	32,991	3,0311
Клон 4	5	1,247	0,1219	1,4	1,1	0,3064	0,0545	9,7755	22,874	4,3717
Клон 5	5	1,142	0,1599	1,3	0,9	0,4142	0,0715	14,009	15,962	6,2649
Можжевельник чешуйчатый 'Блю Карпет' – <i>J. squamata</i> Lamb. var. 'Blue Carpet'										
Клон 1	5	1,264	0,1501	1,4	1,1	0,3278	0,0671	11,883	18,816	5,3145
Клон 2	5	1,331	0,1223	1,5	1,2	0,3358	0,0547	9,195	24,316	4,1125
Клон 3	5	1,357	0,1664	1,6	1,2	0,3756	0,0744	12,268	18,226	5,4865
Клон 4	5	1,366	0,0859	1,5	1,3	0,1802	0,0384	6,292	35,533	2,8142
Клон 5	5	1,351	0,0927	1,5	1,2	0,242	0,0414	6,864	32,572	3,0701
Можжевельник чешуйчатый «Майери» - <i>J. squamata</i> Lamb. var. «Meyeri»										
Клон 1	5	1,148	0,1195	1,3	1,0	0,3089	0,0534	10,414	21,470	4,6576
Клон 2	5	1,273	0,1613	1,5	1,1	0,3913	0,0721	12,676	17,639	5,6689
Клон 3	5	1,269	0,0651	1,3	1,2	0,1678	0,0291	5,134	43,551	2,2961
Клон 4	5	1,280	0,1334	1,5	1,2	0,3	0,0596	10,427	21,444	4,6632
Клон 5	5	1,243	0,1171	1,4	1,1	0,3111	0,0523	9,416	23,747	4,2111
Можжевельник средний 'Минт Джулеп' (<i>J. ×media</i> Van Melle 'Mint Julep')										
Клон 1	5	0,722	0,1181	0,9	0,6	0,3156	0,0528	16,3529	13,673	7,3132
Клон 2	5	0,768	0,0597	0,8	0,7	0,1247	0,0267	7,7775	28,750	3,4782
Клон 3	5	0,742	0,0818	0,8	0,6	0,2222	0,0365	11,0201	20,291	4,9283

Клон 4	5	0,744	0,0630	0,8	0,7	0,1469	0,0281	8,4697	26,401	3,7877
Клон 5	5	0,749	0,0744	0,8	0,7	0,158	0,0332	9,9447	22,485	4,4474
Можжевельник казацкий типичная форма – <i>J. sabina</i> L. (typical form)										
Клон 1	5	1,256	0,0648	1,3	1,2	0,1281	0,0290	5,168	43,267	2,3112
Клон 2	5	1,291	0,1178	1,4	1,2	0,2664	0,0527	9,1312	24,487	4,0837
Клон 3	5	1,282	0,0980	1,4	1,2	0,2664	0,0438	7,6429	29,257	3,4180
Клон 4	5	1,291	0,0881	1,4	1,2	0,2309	0,0394	6,8271	32,752	3,0531
Клон 5	5	1,333	0,1156	1,5	1,2	0,2691	0,0517	8,6712	25,787	3,8778
Можжевельник горизонтальный 'Jade River' – <i>J. horizontalis</i> Moench var. 'Jade River'										
Клон 1	5	1,584	0,4386	2,3	1,1	1,1368	0,1962	27,7038	8,071	12,389
Клон 2	5	1,804	0,1365	2,0	1,6	0,3642	0,0611	7,5696	29,540	3,3852
Клон 3	5	1,607	0,2431	2,0	1,3	0,642	0,1087	15,1219	14,787	6,7627
Клон 4	5	1,508	0,1720	1,8	1,3	0,0466	0,0769	11,4073	19,602	5,1014
Клон 5	5	1,455	0,2399	1,8	1,3	0,5445	0,1073	16,4904	13,559	7,3747
Можжевельник скальный «Blue Arrow» - <i>J. scopulorum</i> Sarg. 'Blue Arrow'										
Клон 1	5	1,394	0,0833	1,5	1,3	0,1993	0,0372	5,9821	37,378	2,6753
Клон 2	5	1,373	0,0721	1,5	1,3	0,158	0,0322	5,2484	42,605	2,3472
Клон 3	5	1,421	0,0515	1,5	1,3	0,1111	0,0231	3,6275	61,641	1,6223
Клон 4	5	1,277	0,0973	1,4	1,2	0,2355	0,0435	7,6243	29,328	3,4097
Клон 5	5	1,362	0,0491	1,4	1,2	0,1244	0,0219	3,6005	62,103	1,6102
Можжевельник виргинский «Grey Owl» - <i>J. virginiana</i> L. 'Grey Owl'										
Клон 1	5	1,075	0,1688	1,3	0,8	0,4356	0,0755	15,7029	14,239	7,022
Клон 2	5	1,262	0,0877	1,3	1,2	0,1889	0,0392	6,9522	32,163	3,109
Клон 3	5	1,251	0,0698	1,3	1,2	0,158	0,0312	5,5872	40,021	2,498
Клон 4	5	1,221	0,0622	1,3	1,2	0,142	0,0278	5,0935	43,899	2,2779
Клон 5	5	1,262	0,1376	1,4	1,1	0,3355	0,0616	10,9045	20,506	4,8766
Можжевельник обыкновенный типичная форма - <i>J. communis</i> L. (typical form)										
Клон 1	5	1,412	0,067	1,5	1,3	0,1712	0,0303	4,7971	46,612	2,145
Клон 2	5	1,375	0,085	1,5	1,3	0,1802	0,0381	6,1948	36,095	2,770
Клон 3	5	1,289	0,110	1,5	1,2	0,3	0,0493	8,5672	26,100	3,831
Клон 4	5	1,309	0,120	1,5	1,2	0,2691	0,0537	9,1773	24,365	4,104
Клон 5	5	1,262	0,078	1,3	1,2	0,158	0,0348	6,1710	36,235	2,759

Содержание каротиноидов в листовой массе исследуемых особей изменчиво: от 0,273 мг/г (*J. communis* L. typical form) до 0,181 мг/г (*J.*

×*media* Van Melle 'Mint Julep'). Превышение большего из них над меньшим достигло 0,092 мг/г или в 1,51 раза. Размах значений является наименьшим среди пигментов, что свидетельствует об относительно большей стабильности содержания каротиноидов.

Указанные различия проявились на выровненном фоне условий местообитания, что дает основания к признанию наследственной обусловленности значительной части общей фиксируемой фенотипической дисперсии.

Таблица 3 - Содержание каротиноидов в хвое сортов и видов можжевельников.

Клоны	N	M	СКО	Max	Min	Δ lit	±m	Cv,%	t	P,%
Можжевельник казацкий тамариксолистный – <i>J. sabina</i> L. var. <i>Tamariscifolia</i>										
Клон 1	5	0,222	0,0204	0,3	0,2	0,0510	0,0092	9,2246	24,240	4,1254
Клон 2	5	0,244	0,0101	0,3	0,2	0,0253	0,0045	4,1468	53,922	1,8545
Клон 3	5	0,243	0,0154	0,3	0,2	0,04	0,0069	6,3233	35,362	2,8278
Клон 4	5	0,245	0,0122	0,3	0,2	0,0311	0,0054	4,9589	45,091	2,2177
Клон 5	5	0,243	0,0170	0,3	0,2	0,0442	0,0076	7,0200	31,852	3,1394
Можжевельник чешуйчатый 'Блю Карпет' – <i>J. squamata</i> Lamb. var. 'Blue Carpet'										
Клон 1	5	0,254	0,0082	0,3	0,2	0,0174	0,0036	3,2392	69,031	1,4486
Клон 2	5	0,257	0,0097	0,3	0,2	0,0236	0,0043	3,7848	59,079	1,6926
Клон 3	5	0,261	0,0075	0,3	0,2	0,0211	0,0033	2,8932	77,286	1,2938
Клон 4	5	0,258	0,0135	0,3	0,2	0,0325	0,0061	5,2697	42,431	2,3567
Клон 5	5	0,257	0,0097	0,3	0,2	0,0236	0,0043	3,7848	59,079	1,6926
Можжевельник чешуйчатый «Майери» - <i>J. squamata</i> Lamb. var. «Meyeri»										
Клон 1	5	0,249	0,0078	0,3	0,2	0,0194	0,0035	3,1586	70,793	1,4126
Клон 2	5	0,257	0,0117	0,3	0,2	0,0311	0,0052	4,5689	48,940	2,0433
Клон 3	5	0,254	0,0057	0,3	0,2	0,0111	0,0025	2,2561	99,110	1,0089
Клон 4	5	0,256	0,0066	0,3	0,2	0,0136	0,0029	2,5842	86,528	1,1557
Клон 5	5	0,249	0,0088	0,3	0,2	0,0247	0,0039	3,5605	62,806	1,5923
Можжевельник средний 'Минт Джулеп' (<i>J. ×media</i> Van Melle 'Mint Julep')										
Клон 1	5	0,180	0,0167	0,2	0,2	0,0434	0,0075	9,3198	23,993	4,1679
Клон 2	5	0,188	0,0103	0,2	0,2	0,0222	0,0046	5,5008	40,649	2,4600
Клон 3	5	0,182	0,0103	0,2	0,2	0,0275	0,0046	5,6669	39,458	2,5343
Клон 4	5	0,180	0,0058	0,2	0,2	0,0133	0,0026	3,2582	68,63	1,4571
Клон 5	5	0,181	0,0103	0,2	0,2	0,0214	0,0046	5,7208	39,086	2,5584

Можжевельник казацкий типичная форма – <i>J. sabina</i> L. (typical form)										
Клон 1	5	0,265	0,0034	0,3	0,2	0,0077	0,0015	1,2885	173,53	0,5762
Клон 2	5	0,260	0,0075	0,3	0,2	0,0211	0,0034	2,9112	76,808	1,3019
Клон 3	5	0,263	0,0099	0,3	0,2	0,0236	0,0045	3,7893	59,009	1,6946
Клон 4	5	0,263	0,0082	0,3	0,2	0,0211	0,0037	3,1199	71,669	1,3953
Клон 5	5	0,261	0,0104	0,3	0,2	0,0236	0,0046	4,0021	55,872	1,7898
Можжевельник горизонтальный 'Jade River' – <i>J. horizontalis</i> Moench var. 'Jade River'										
Клон 1	5	0,241	0,0056	0,3	0,2	0,0133	0,0025	2,3012	97,171	1,0291
Клон 2	5	0,254	0,0054	0,3	0,3	0,0125	0,0024	2,0572	108,69	0,9199
Клон 3	5	0,253	0,0112	0,3	0,2	0,0236	0,0050	4,3009	51,989	1,9234
Клон 4	5	0,254	0,0054	0,3	0,3	0,0111	0,0025	2,1470	104,15	0,9602
Клон 5	5	0,255	0,0071	0,3	0,2	0,0136	0,0032	2,7719	80,671	1,2396
Можжевельник скальный «Blue Arrow» - <i>J. scopulorum</i> Sarg. 'Blue Arrow'										
Клон 1	5	0,241	0,0051	0,2	0,2	0,013	0,0023	2,1179	105,58	0,9471
Клон 2	5	0,254	0,0064	0,3	0,2	0,0136	0,0029	2,5375	88,12	1,1348
Клон 3	5	0,253	0,0082	0,3	0,2	0,02	0,0037	3,2434	68,943	1,4505
Клон 4	5	0,254	0,0052	0,3	0,2	0,0111	0,0024	2,0773	107,64	0,929
Клон 5	5	0,256	0,0069	0,3	0,2	0,0147	0,0031	2,7084	82,562	1,2112
Можжевельник виргинский «Grey Owl» - <i>J. virginiana</i> L. 'Grey Owl'										
Клон 1	5	0,235	0,0109	0,2	0,2	0,0274	0,0048	4,6532	48,053	2,081
Клон 2	5	0,254	0,0052	0,3	0,2	0,0111	0,0024	2,0774	107,64	0,929
Клон 3	5	0,252	0,0046	0,3	0,2	0,0111	0,0021	1,8199	122,86	0,814
Клон 4	5	0,252	0,0090	0,3	0,2	0,0225	0,0021	3,5777	62,499	1,600
Клон 5	5	0,255	0,0063	0,3	0,2	0,0136	0,0040	2,4861	89,944	1,112
Можжевельник обыкновенный типичная форма - <i>J. communis</i> L. (typical form)										
Клон 1	5	0,273	0,0028	0,3	0,3	0,0057	0,0012	1,0185	219,54	0,455
Клон 2	5	0,263	0,0052	0,3	0,3	0,0125	0,0023	1,9646	113,81	0,878
Клон 3	5	0,256	0,0083	0,3	0,2	0,02	0,0037	3,2435	68,940	1,451
Клон 4	5	0,258	0,0093	0,3	0,2	0,0236	0,0041	3,5833	62,40	1,603
Клон 5	5	0,257	0,0099	0,3	0,2	0,0236	0,0045	3,8793	57,64	1,735

Выводы.

1. В результате проведённых исследований были обнаружены количественные различия в содержании основных фотосинтетических

пигментов: хлорофилла-А, хлорофилла-В и каротиноидов, что является свидетельством видовой и сортовой специфичности пигментных комплексов. Данная специфичность связана с генетическими особенностями и стратегиями адаптации растений.

2. Для полученных в результате исследования данных была проведена комплексная статистическая обработка. Значения коэффициента вариации и средней ошибки находятся в диапазонах, приемлемых для биологических объектов. Низкие значения уровня значимости и высокие значения критерия Стьюдента подтверждают статистическую значимость выявленных различий между клонами и таксонами.

3. Внутри каждого таксона наблюдалась вегетативная изменчивость между различными клонами. Это подтверждает, что не смотря на то, что растения получены вегетативным путём, сохраняется фенотипическая пластичность в области биохимических признаков.

4. Выявленные виды и сорта можжевельников с максимальным содержанием пигментов следует рассматривать как перспективные формы для селекционной работы в области повышения фотосинтетической активности.

Литература

1. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Оценка генотипического несходства плюсовых деревьев сосны обыкновенной по выходу семян из шишек // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2014. Вып. 209. С. 16–30.

2. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2014. 368 с.

3. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Горелов А.Н. Таксационные показатели полусибсовых семей плюсовых деревьев сосны обыкновенной в испытательных культурах // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2025. Матер. XIV Межд. научно-практической конференции: г. Саратов - Нижний Новгород, 3-4 апреля 2025 г. / Под науч. ред. О.Б. Сокольской, Д.А. Соловьева, Н.Н. Бессчетновой. Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГТУ, 2025. С. 239–249.

4. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Горелов А.Н. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной, отобранных в Нижегородской области по смолопродуктивности / Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, А.Н. Горелов // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). – 2021. Т. 25, № 4. – С. 5–14. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-4-5-14.

5. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Горелов А.Н., Михалюк А.В. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации во Владимирской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2022. – № 2. – С. 18–32. DOI: 10.21178/2079-6080.2022.2.188.

6. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Михалюк А.В., Горелов А.Н., Орнатский А.Н. Изменчивость и корреляция морфометрических показателей клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации во Владимирской области // Хвойные бореальной зоны. 2022. Том: 40, 4. С. 259–268.

7. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Орнатский А.Н., Коваленко И.П. Создание лесных культур сосны обыкновенной посевом семян в Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 239. С. 55–75. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.239.55-75
8. Горелов А.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Таксационные показатели испытательных культур сосны обыкновенной в Нижегородской области / А.Н. Горелов, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, // Актуальные проблемы лесного комплекса: по итогам международной научно-практической конференции, 1-30 ноября 2020 г. / Под общ. ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 58. – Брянск: БГИТУ, 2020. – С. 87 – 90.
9. Горелов А.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сравнительная оценка таксационных показателей плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. XXXX, № 1. С. 27–37.
10. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Наследственная обусловленность пигментного состава хвои представителей рода лиственница / А.О. Есичев, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). 2021. Т. 25, № 5. С. 5–13. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-5-13
11. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Видоспецифичность пигментного состава хвои представителей рода лиственница / А.О. Есичев, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. XXXIX, № 4. С. 313–321.
12. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Бабищ А.Н., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Содержание и баланс запасных веществ в побегах лиственницы сибирской в условиях реинтродукции в Нижегородскую область // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2022. Т. 26. № 1. С. 17–27. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-1-17-27
13. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Внутривидовая изменчивость состояния ксилемы побегов лиственницы сибирской при интродукции в Нижегородскую область // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2021. № 3 (51). С. 28–40. DOI: 10.25686/2306-2827.2021.3.28
14. Жигунов А.В. Посадочный материал с закрытой корневой системой // Лесное хозяйство. 1998. № 4. С. 33–33.
15. Жигунов, А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Санкт Петербург: СПбНИИЛХ, 2000. 293 с.
16. Коваленко И.П., Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Эффективность создания лесных культур сосны обыкновенной посевом семян в Нижегородской области // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. С. 60–62.
17. Котеров А.Н., Ушенкова Л.Н., Зубенкова Э.С., Калинина М.В., Бирюков А.П., Ласточкина Е.М., Молодцова Д.В., Вайнсон А.А. Сила связи. Сообщение 2. Градации величины корреляции // Медицинская радиология и радиационная безопасность: Радиационная биология. 2019. Том 64. № 6. С. 12–24. DOI: 10.12737/1024-6177-2019-64-6-12-24
18. Лабутин А.Н., Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Эффективность лесных культур сосны и ели, созданных в Нижегородской области в рамках реализации проекта «Леса Киото» // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. С. 72–74.
19. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: Труды Института экологии растений и животных. Свердловск, 1969. С. 3–38.

СОДЕРЖАНИЕ И БАЛАНС ПЛАСТИДНЫХ ПИГМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ПУЗЫРЕПЛОДНИКА КАЛИНОЛИСТНОГО В ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

А.А. Власов, магистрант факультета лесного хозяйства

А.В. Локтева, кандидат сельскохозяйственных наук

Н.Н. Иващенко, кандидат сельскохозяйственных наук

Нижегородский государственный агротехнологический
университет им. Л.Я. Флорентьева, кафедра лесных культур,
Нижний Новгород, Россия, e-mail: kulkova12@gmail.com

Реферат. Представлены результаты изучения пигментного состава листьев декоративных форм и сортов пузыреплодника калинолистного (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.) в объектах городского озеленения г. Нижнего Новгорода. Отмечена межсортовая, индивидуальная и внутриорганизменная фенотипическая изменчивость пигментации фотосинтезирующего аппарата однолетних побегов указанных представителей данного вида. Работы проведены стационарным и лабораторным методом исследований с учетом принципа единственного логического различия и требований к типичности, пригодности, целесообразности и надежности опыта. Цель исследования – оценка накопления и баланса пластидных пигментов в листовом аппарате текущих приростов пузыреплодника калинолистного. Объекты исследований – одновозрастные репродуктивно зрелые особи пузыреплодника калинолистного (сорта 'Диабло', 'Саммер Вайн', 'Лютеус', а также типичная форма указанного вида), дислоцированные в границах единого участка коллекционных посадок Нижегородского ГАТУ с географическими координатами 56°19'43.3"N, 44°0'7.2"E при абсолютной высоте 136 м. Предметом исследований явилась межсортовая специфика и индивидуальные особенности рассматриваемых растений в плане накопления и соотношения хлорофилла и каротиноидов листовым аппаратом. В работе использовали классические и апробированные современные методические схемы пигментного анализа. Определены количественные параметры и даны сравнительные оценки тестируемых показателей у объектов исследования. Выявлены межсортовые и индивидуальные фенотипические различия на фоне внутриорганизменной паратипической изменчивости.

Ключевые слова: пузыреплодник калинолистный, сорт 'Диабло', сорт 'Саммер Вайн', сорт 'Лютеус', объекты озеленения, листовый аппарат, пигментный состав, хлорофилл, каротиноиды, фенотипическая изменчивость.

Введение. Непрерывное совершенствование ассортимента городских искусственных насаждений лежит в контексте безотлагательного решения задач по неуклонному снижению напряженности экологической обстановки урбанизированных территорий нашей планеты. Нижний Новгород, как и другие населенные пункты региона, испытывает на себе наличие тех же проблем. Надежным средством в оптимизации параметров городской среды традиционно рассматриваются насаждения из деревьев и кустарников [14–16, 37, 46]. Данное утверждение основывается на представлениях о потенциальных возможностях реализации ими декоративно-эстетических, санитарно-гигиенических и

рекреационно-бальнеологических функций [13, 20, 43]. В полной мере указанный тезис имеет отношение к большинству городов Среднего Поволжья, где параметры среды нередко далеки от норм комфортности. Успех решения непростых задач, стоящих перед профильными специалистами, в значительной степени будет определяться обоснованным формированием ассортимента городских посадок, что нередко требует активного привлечения наиболее полно адаптированных представителей не только аборигенной, но и инорайонной дендрофлоры.

Нередко в этих целях привлекаются разнообразные представители экзотов: как хвойные [31, 33–37], так и лиственные [1, 40–42, 48] виды деревьев [1, 12–16, 24, 25] и кустарников [7, 12, 44–47]. Кафедра лесных культур Нижегородского ГАТУ на протяжении длительного периода времени осуществляет их интродукцию, пополняя ассортимент используемых пород за счет представителей туи западной (*Thuja occidentalis* L.) [11, 17, 18, 31], биоты восточной (*Platyclusus orientalis* (L.) Franco) [29, 30], туевика поникающего (*Thujopsis dolabrata* (Thunb. ex L.f.) Siebold & Zucc.) [32], сосны горной (*Pinus mugo* Turra) [44, 45], пузыреплодника калинолистного (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.) [12, 41, 42], различных видов березы (*Betula* L.) [1], лиственницы (*Larix* Mill.) [23–25], тиса (*Taxus* L.) [19, 21], можжевельника (*Juniperus* L.) [46], ели (*Picea* A. Dietr.) [33–37], включая ель колючую (*Picea pungens* Engelm.) [13, 43] и ель Шренка (*Picea schrenkiana* Fisch. & C.A.Mey.) [9, 48], растений семейства маслиновые (*Oleaceae* Hoffmanns. & Link) и ряда других [40, 47, 49]. Здесь ведется последовательное изучение их биологии [3, 7, 10, 37] и экологических реакций [9, 10, 36], репродуктивной сферы [11] и приемов тиражирования посадочного материала семенного [9, 48] и вегетативного [12, 21, 32, 35, 40–42, 47, 49] происхождения.

В состав объектов озеленения городов России в последнее время все более активно вводятся весьма эффектные сорта пузыреплодника калинолистного (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.). Они обладают значительным потенциалом для повышения эстетической привлекательности городской среды. Вместе с тем широкое распространение указанных растений в Нижегородском Поволжье во много зависит от адаптированности к сложившемуся экологическому фону, для оценки достаточности которой требуются глубокие исследования их биологии, включая разнообразные характеристики фотосинтезирующей сферы растений. Вместе с тем подобные

работы в регионе пока еще неактивны и, как следствие, ограничено количество публикаций по указанным вопросам [12, 41, 42].

Цель исследования – оценка содержания и соотношения пластидных пигментов в листовом аппарате годичных побегов форм и сортов пузыреплодника калинолистного (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.).

Объекты и методика исследований. Объектами исследований выступали одновозрастные репродуктивно зрелые особи пузыреплодника калинолистного: типичной формы (*P. opulifolius* (L.) Maxim. *typical form*), а также сортов 'Диабло' (*P. opulifolius* var. '*Diabolo*'), 'Саммер Вайн' (*P. opulifolius* var. '*Summer Wine*'), 'Лютеус' (*P. opulifolius* var. '*Luteus*'). Все учетные растения имели одинаковую площадь питания и размещались в коллекционных посадках Нижегородского ГАТУ с географическими координатами 56°19'43.3"N, 44°0'7.2"E и абсолютной высоте 136 м. По актуальной системе лесорастительного районирования указанная территория входит в зону хвойно-широколиственных лесов и относится к хвойно-широколиственному лесному району Европейской части Российской Федерации (3 лесорастительный район). В его границах климат отличается умеренно теплым и влажным летом и умеренно суровой снежной зимой. Такие лесорастительные условия вполне благоприятны для интродукции и успешного произрастания обширного перечня видов деревьев и кустарников, в числе которых и представители пузыреплодника калинолистного [12, 41, 42].

Организация опыта базировалась на ключевых требованиях к его типичности, пригодности, целесообразности, надежности, а также на принципе единственного логического различия. Согласно принятому подходу, для лабораторных исследований использованы одновозрастные растения, представлявшие собой вегетативное потомство вышеуказанных форм и сортов: всего 4 сортообразца по 3 модельных растения. С каждого из них одновременно срезали по 5 однотипных одновозрастных приростов текущего года, находящихся в одинаковом фенологическом состоянии и не имеющих признаков повреждения биотическими и абиотическими факторами или отклонений от нормального развития. В случае обнаружения следов повреждения биотическими и абиотическими факторами или выявления отклонений от нормального развития образцы отбраковывали. Местом заготовки являлась периферия среднего яруса хорошо освещенного участка кроны. Объединенная листовая масса, отделенная от средней части каждого из побегов, использовалась для приготовления экстракционных навесок, общее

число которых составило 60 шт. Они выступали источником первичных единиц выборки. Их массу в момент заготовки, а также в абсолютно сухом состоянии устанавливали с точностью до 0,001 г на аналитических весах VIC-300d3 Acculab. Одинаковый возраст учетных деревьев и одновременный отбор биологических образцов позволили исключить влияние хронографического фактора на формирование различий между исследуемыми растениями. Их дислокация в границах единого участка на однородных почвах с одинаковыми условиями среды обеспечила элиминацию влияния пространственного фактора на формирование общего фона фенотипической дисперсии исследуемых признаков.

Предметом исследований служила сортовая специфика рассматриваемых растений по способности их листового аппарата накапливать в конце вегетационного периода пластидные пигменты, а именно: хлорофилл-*a*, хлорофилл-*b* и каротиноиды. Для их нахождения использовали апробированные методические рекомендации [1, 2, 4–8]. Инструментом исследования явился спектрофотометр СФ-2000 с программным обеспечением GRASS GIS 7.6.1 / QGIS 3.4 [10, 14–16, 19]. Концентрацию пигментов вычисляли по уравнениям Ветштейна – Хольма для 96-процентного этанола [26, 27, 29–31]. Переход от общих оценок к конкретным величинам (мг/г) предполагал одновременное установление концентрации абсолютно сухого вещества в листовой массе. [36, 39, 44–46]. Повысить информативность сведений о содержании и соотношении пластидных пигментов в тканях листа изучаемых растений позволило включение производных признаков в состав анализируемых показателей. Такой подход активно используется в лесоводственных [33, 34] и биологических [23–25, 28, 39] исследованиях, как с хвойными [3–10, 29–32], так и лиственными [14–16, 28, 39–42] древесно-кустарниковыми породами. Прежде всего, их привлекают для оценки характеристик, недоступных для непосредственного замера и фиксации. Как правило, они представлены относительными и удельными величинами, коэффициентами, индексами и пр. [4–8]. Подобная схема построения исследований фотосинтезирующего аппарата традиционна [4–8, 14–16, 22, 39, 46]. Статистический анализ с оценкой изменчивости по шкале Мамаева [38] выполнен по общепризнанным в лесоводственных исследованиях методам.

Результаты и их обсуждение. Режим накопления пигментов листьями представителей типичной формы и сортов пузыреплодника калинолистного, как и соотношение между тестируемыми показателями, неодинаков, притом

что фенотипическая изменчивость проявилась как на уровне межсортовых, так и на фоне индивидуальных и внутриорганизменных различий (табл. 1 – 5).

Таблица 1 – Содержание хлорофилла-а в листьях пузыреплодника¹

Особь	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сорт 1 – 'Диабло'										
Особь 1	5	0,88	0,05	0,93	0,81	0,12	0,02	5,39	41,45	2,41
Особь 2	5	1,01	0,05	1,08	0,97	0,12	0,02	4,92	45,46	2,20
Особь 3	5	0,87	0,12	1,00	0,70	0,30	0,05	13,75	16,27	6,15
Total ₁	15	0,92	0,10	1,08	0,70	0,38	0,03	10,77	35,95	2,78
Сорт 2 – 'Саммер Вайн'										
Особь 1	5	0,90	0,14	1,09	0,77	0,32	0,06	15,01	14,90	6,71
Особь 2	5	0,97	0,24	1,35	0,78	0,57	0,11	24,63	9,08	11,02
Особь 3	5	0,86	0,11	1,03	0,77	0,27	0,05	13,10	17,07	5,86
Total ₂	15	0,91	0,17	1,35	0,77	0,59	0,04	18,21	21,27	4,70
Сорт 3 – Типичная форма										
Особь 1	5	1,29	0,27	1,64	1,02	0,62	0,12	20,61	10,85	9,22
Особь 2	5	1,25	0,15	1,42	1,07	0,35	0,07	11,70	19,10	5,23
Особь 3	5	1,33	0,25	1,61	0,95	0,65	0,11	18,98	11,78	8,49
Total ₃	15	1,29	0,21	1,64	0,95	0,69	0,06	16,58	23,36	4,28
Сорт 4 – 'Лютеус'										
Особь 1	5	1,22	0,17	1,45	1,04	0,41	0,08	14,16	15,79	6,33
Особь 2	5	1,28	0,13	1,43	1,09	0,34	0,06	10,21	21,91	4,56
Особь 3	5	1,51	0,12	1,69	1,41	0,28	0,05	8,05	27,77	3,60
Total ₄	15	1,34	0,18	1,69	1,04	0,64	0,05	13,82	28,02	3,57
Обобщенное значение										
Total ₀	60	1,11	0,26	1,69	0,70	0,98	0,03	23,45	33,03	3,03

¹Статистики: N – число учетных навесок; M – среднее арифметическое, мг/г; СКО – среднеквадратическое отклонение, мг/г; max. – абсолютный максимум, мг/г; min. – абсолютный минимум, мг/г; Δlim – диапазон абсолютных значений, мг/г; $\pm m$ – ошибка репрезентативности выборочного среднего, мг/г; Cv – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 2,064$; $t_{01} = 2,797$); P – относительная ошибка, %.

Например, по содержанию хлорофилла-а, влияющему на другие физиологические характеристики растений, спектрофотометрический анализ вскрыл картину изменчивости рассматриваемого показателя. Установлено (см. табл. 1), что его средние по сортам величины принимали значения от $0,91 \pm 0,043$ мг/г (сорт 'Диабло') до $1,34 \pm 0,048$ мг/г (сорт 'Лютеус'), что сформировало превышение большего из них над меньшим в 1,469 раза или на 0,43 мг/г. Оценки отдельных учетных особей на этом фоне в той или иной мере приближались к обобщенному для всех сортов среднему значению показателя (Total₀), которое составило $1,11 \pm 0,034$ мг/г. Абсолютный диапазон лимитов

($\Delta\text{lim} = \text{max.} - \text{min.}$) для всего массива опытных данных достиг 0,98 мг/г (max.=1,69 мг/г; min.=0,70 мг/г), а их отношение – 2,395. В целом же, анализируемый параметр относительно стабилен, и общая для всего массива данных изменчивость в оценках по коэффициенту вариации ($C_v=23,45\%$) относилась к среднему уровню шкалы Мамаева ($C_v=16...25\%$). При этом её общий фон у отдельных сортов, а в их составе и у учетных растений, заметно различался ($C_v=4,94...24,63\%$) и соответствовал очень низкому ($C_v<7\%$), низкому ($C_v=7...15\%$) или среднему ($C_v=16...25\%$) уровню той же шкалы.

Столь же весомый в структуре пигментного состава фотосинтезирующего аппарата признак – содержание хлорофилла-*b* – на данном этапе опыта также демонстрировал отчетливые различия между сравниваемыми сортами и их учетными растениями (см. табл. 2).

Таблица 2 – Содержание хлорофилла-*b* в листьях пузыреплодника¹

Особи	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	$C_v, \%$	t	P, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сорт 1 – 'Диабло'										
Особь 1	5	2,19	0,27	2,59	1,90	0,69	0,12	12,12	18,44	5,42
Особь 2	5	2,65	0,10	2,75	2,53	0,23	0,04	3,60	62,12	1,61
Особь 3	5	2,35	0,22	2,58	2,08	0,51	0,10	9,52	23,48	4,26
Total ₁	15	2,40	0,27	2,75	1,90	0,86	0,07	11,43	33,88	2,95
Сорт 2 – 'Саммер Вайн'										
Особь 1	5	2,06	0,25	2,37	1,68	0,69	0,11	12,16	18,39	5,44
Особь 2	5	2,07	0,29	2,41	1,63	0,78	0,13	13,93	16,05	6,23
Особь 3	5	2,02	0,30	2,38	1,66	0,72	0,13	14,94	14,96	6,68
Total ₂	15	2,05	0,26	2,41	1,63	0,78	0,07	12,74	30,39	3,29
Сорт 3 – Типичная форма										
Особь 1	5	3,21	0,63	3,81	2,45	1,36	0,28	19,61	11,40	8,77
Особь 2	5	3,55	1,16	5,49	2,49	3,00	0,52	32,52	6,88	14,54
Особь 3	5	3,46	0,61	4,13	2,59	1,54	0,27	17,59	12,71	7,87
Total ₃	15	3,41	0,79	5,49	2,45	3,04	0,20	23,16	16,72	5,98
Сорт 4 – 'Лютеус'										
Особь 1	5	1,40	0,48	2,02	0,78	1,24	0,21	33,97	6,58	15,19
Особь 2	5	1,22	0,18	1,51	1,01	0,50	0,08	15,04	14,87	6,72
Особь 3	5	1,33	0,26	1,56	0,97	0,59	0,12	19,83	11,28	8,87
Total ₄	15	1,31	0,32	2,02	0,78	1,24	0,08	24,06	16,10	6,21
Обобщенное значение										
Total ₀	60	2,29	0,89	5,49	0,78	4,71	0,11	38,61	20,06	4,98

¹Статистики: N – число учетных навесок; M – среднее арифметическое, мг/г; СКО – среднеквадратическое отклонение, мг/г; max. – абсолютный максимум, мг/г; min. – абсолютный минимум, мг/г; Δlim – диапазон абсолютных значений, мг/г; $\pm m$ – ошибка репрезентативности выборочного среднего, мг/г; C_v – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 2,001$; $t_{01} = 2,662$); P – относительная ошибка, %.

В первом случае обобщенные оценки варьировали от $1,31 \pm 0,082$ мг/г (сорт 'Лютеус') до $3,41 \pm 0,204$ мг/г (типичная форма пузыреплодника) и образовали превышение большей над меньшей в 1,644 раза или на 2,09 мг/г. В контексте полного массива данных указанного признака оценки остальных особей, участвующих в сравнительных испытаниях, в той или иной мере стремились к обобщенному среднему значению показателя ($Total_0$), которое составило $2,29 \pm 0,114$ мг/г. Диапазон абсолютных значений ($\Delta lim = \max. - \min.$) для всего набора опытных данных достиг 4,71 мг/г ($\max. = 5,49$ мг/г; $\min. = 0,78$ мг/г), а их отношение – 7,061. Рассматриваемый показатель менее стабилен, и его общая для всего массива данных изменчивость в оценках по коэффициенту вариации оказалась заметно выше ($C_v = 38,61$ %), достигнув высокого уровня шкалы Мамаева ($C_v = 36...50$ %). При этом, как у предыдущего параметра (см. табл. 1), её общий фон в пределах сорта или у отдельных учетных растений весьма неоднороден ($C_v = 3,60...33,97$ %) и соответствовал как очень низкому уровню той же шкалы ($C_v < 7$ %), так и низкому ($C_v = 7...15$ %) или среднему ($C_v = 16...25$ %) и даже повышенному ($C_v = 26...35$ %) уровням.

Помимо хлорофиллов в состав пластидных пигментов листового аппарата входят многочисленные каротиноиды, которые при этом не принимают участия в процессе фотосинтеза (см. табл. 3).

Таблица 3 – Содержание каротиноидов в листьях пузыреплодника¹

Особи	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	C_v , %	t	P, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сорт 1 – 'Диабло'										
Особь 1	5	0,26	0,03	0,30	0,22	0,08	0,01	11,08	20,17	4,96
Особь 2	5	0,29	0,02	0,32	0,26	0,07	0,01	8,60	25,99	3,85
Особь 3	5	0,22	0,01	0,24	0,21	0,03	0,01	5,10	43,82	2,28
Total ₁	15	0,26	0,03	0,32	0,21	0,11	0,01	13,12	29,53	3,39
Сорт 2 – 'Саммер Вайн'										
Особь 1	5	0,26	0,07	0,37	0,20	0,18	0,03	27,87	8,02	12,47
Особь 2	5	0,34	0,12	0,49	0,21	0,28	0,05	35,31	6,33	15,79
Особь 3	5	0,27	0,03	0,30	0,24	0,06	0,01	9,38	23,83	4,20
Total ₂	15	0,29	0,08	0,49	0,20	0,29	0,02	29,25	13,24	7,55
Сорт 3 – Типичная форма										
Особь 1	5	0,25	0,12	0,45	0,14	0,31	0,06	50,21	4,45	22,45
Особь 2	5	0,26	0,05	0,34	0,20	0,14	0,02	20,12	11,12	9,00
Особь 3	5	0,23	0,06	0,31	0,13	0,18	0,03	28,04	7,97	12,54
Total ₃	15	0,25	0,08	0,45	0,13	0,32	0,02	32,89	11,78	8,49
Сорт 4 – 'Лютеус'										
Особь 1	5	0,48	0,09	0,63	0,39	0,24	0,04	19,15	11,68	8,56
Особь 2	5	0,57	0,13	0,72	0,38	0,34	0,06	23,09	9,69	10,32
Особь 3	5	0,60	0,05	0,65	0,53	0,12	0,02	9,18	24,37	4,10
Total ₄										

Обобщенное значение										
Total ₀	15	0,55	0,10	0,72	0,38	0,34	0,03	19,08	20,30	4,93

¹Статистики: N – число учетных навесок; M – среднее арифметическое, мг/г; СКО – среднеквадратическое отклонение, мг/г; max. – абсолютный максимум, мг/г; min. – абсолютный минимум, мг/г; Δlim – диапазон абсолютных значений, мг/г; ±m – ошибка репрезентативности выборочного среднего, мг/г; Cv – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента (t₀₅ = 2,001; t₀₁ = 2,662); P – относительная ошибка, %.

В этом случае обобщенные оценки варьировали от 0,25±0,021 мг/г (типичная форма пузыреплодника) до 0,55±0,027 мг/г (сорт 'Лютеус'), что создало превышение большей над меньшей в 2,218 раза или на 0,30 мг/г. Оценки указанного признака у отдельных особей участвующих в сравнительных испытаниях сортов в большей или меньшей мере приближались к обобщенному среднему значению показателя (Total₀), которое на этот раз достигло 0,34±0,019 мг/г. Диапазон их абсолютных значений (Δlim= max. – min.) составил 0,59 мг/г (max.=0,72 мг/г; min.=0,13 мг/г), а их отношение – 5,459. Анализируемый признак весьма динамичен: его общая для всего массива данных изменчивость в оценках по коэффициенту вариации (Cv=44,04 %) оказалась намного выше, чем у предшествующих характеристик (см. табл. 1, 2), и соответствовала высокому уровню шкалы Мамаева (Cv=36...50 %). Как и у предыдущих характеристик пигментного состава (см. табл. 1, 2), общий фон дисперсии данного признака в пределах сорта или у отдельных учетных растений также весьма неоднороден (Cv=5,10...50,21 %) и соответствовал очень низкому (Cv<7 %), низкому (Cv=7...15 %), среднему (Cv=16...25 %) и даже повышенному (Cv=26...35 %) или высокому (Cv=36...50 %) уровням ранее принятой шкалы.

Вполне информативной характеристикой структуры комплекса пластидных пигментов, по которой можно судить об их соотношении, в частности о балансе фотосинтезирующих и не участвующих в этом процессе компонентов, выступало отношение содержания хлорофилл-а к содержанию каротиноидов (см. табл. 4) и отношение содержания хлорофилла-в к содержанию каротиноидов (см. табл. 5). Указанные признаки, как и рассматриваемые ранее (см. табл. 1 – 3), переменны. Так, по отношению концентраций хлорофилл-а и каротиноидов (см. табл. 4) наибольшее среднее (5,52±0,303), зафиксированное у типичной формы пузыреплодника, превосходило наименьшее (2,48±0,093), отмеченное у сорта 'Лютеус', в 1,701 раза или на 3,04 единицы. Обобщенное среднее значение показателя (Total₀) на этот раз было равно 3,72±0,170 единиц.

Таблица 4 – Отношение содержания хлорофилла-а и каротиноидов¹

Особи	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сорт 1 – 'Диабло'										
Особь 1	5	3,43	0,30	3,90	3,13	0,77	0,13	8,68	25,75	3,88
Особь 2	5	3,56	0,28	3,82	3,12	0,70	0,12	7,84	28,52	3,51
Особь 3	5	3,90	0,49	4,50	3,16	1,33	0,22	12,44	17,97	5,56
Total ₁	15	3,63	0,40	4,50	3,12	1,38	0,10	10,94	35,40	2,82
Сорт 2 – 'Саммер Вайн'										
Особь 1	5	3,56	0,47	4,09	2,91	1,18	0,21	13,14	17,01	5,88
Особь 2	5	3,00	0,70	3,77	2,12	1,65	0,31	23,41	9,55	10,47
Особь 3	5	3,17	0,28	3,60	2,84	0,76	0,13	8,93	25,03	4,00
Total ₂	15	3,25	0,53	4,09	2,12	1,97	0,14	16,47	23,51	4,25
Сорт 3 – Типичная форма										
Особь 1	5	5,82	1,63	7,26	3,18	4,08	0,73	28,07	7,97	12,55
Особь 2	5	4,80	0,54	5,37	4,23	1,13	0,24	11,16	20,03	4,99
Особь 3	5	5,93	0,95	7,19	4,86	2,33	0,43	16,03	13,95	7,17
Total ₃	15	5,52	1,17	7,26	3,18	4,08	0,30	21,28	18,20	5,49
Сорт 4 – 'Лютеус'										
Особь 1	5	2,58	0,46	3,32	2,21	1,11	0,20	17,69	12,64	7,91
Особь 2	5	2,32	0,40	2,88	1,88	1,00	0,18	17,42	12,83	7,79
Особь 3	5	2,53	0,18	2,71	2,22	0,49	0,08	7,29	30,67	3,26
Total ₄	15	2,48	0,36	3,32	1,88	1,45	0,09	14,54	26,64	3,75
Обобщенное значение										
Total ₀	60	3,72	1,32	7,26	1,88	5,38	0,17	35,47	21,84	4,58

¹Статистики: N – число учетных навесок; M – среднее арифметическое; СКО – среднеквадратическое отклонение; max. – абсолютный максимум; min. – абсолютный минимум; Δlim – диапазон абсолютных значений; $\pm m$ – ошибка репрезентативности выборочного среднего; Cv – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 2,001$; $t_{01} = 2,662$); P – относительная ошибка, %.

В оценках по коэффициенту вариации (Cv=35,47 %) изменчивость оказалась ближе к повышенному уровню шкалы Мамаева (Cv=26...35 %). Общий фон дисперсии рассматриваемого признака в пределах сорта или у отдельных учетных растений не выровнен (Cv=7,29...28,07 %) и соответствовал низкому (Cv=7...15 %), среднему (Cv=16...25 %) и повышенному (Cv=26...35 %) уровням принятой для этих целей шкалы. Аналогичные выводы и заключения удастся сделать для отношения содержания хлорофилл-*b* к содержанию каротиноидов в тканях листа (см. табл. 5).

В порядке обсуждения результатов можно отметить, что к концу вегетационного периода в тканях листовой массы у рассматриваемых в настоящей статье особей типичной формы пузыреплодника калинолистного (*Physocarpus opulifolius tipical form*) и его сортов, таких как 'Диабло' (*Physocarpus opulifolius var. 'Diabolo'*), 'Саммер Вайн' (*Physocarpus. opulifolius*

var. 'Summer Wine'), 'Лютееус' (*Physocarpus opulifolius* var. 'Luteus'), содержится достаточное для активного фотосинтеза количество хлорофилла-*a* и хлорофилла-*b*, а также не участвующих в этом процессе каротиноидов.

Таблица 5 – Отношение содержания хлорофилла-*b* и каротиноидов¹

Особи	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Сорт 1 – 'Диабло'										
Особь 1	5	8,60	1,46	10,00	6,35	3,64	0,65	16,95	13,19	7,58
Особь 2	5	9,31	0,57	10,06	8,46	1,60	0,25	6,11	36,57	2,73
Особь 3	5	10,52	0,84	11,58	9,33	2,25	0,37	7,95	28,11	3,56
Total ₁	15	9,48	1,25	11,58	6,35	5,23	0,32	13,24	29,25	3,42
Сорт 2 – 'Саммер Вайн'										
Особь 1	5	8,28	1,87	10,77	5,55	5,22	0,84	22,61	9,89	10,11
Особь 2	5	6,78	2,73	9,98	4,14	5,84	1,22	40,26	5,55	18,00
Особь 3	5	7,48	1,01	8,68	5,96	2,72	0,45	13,49	16,58	6,03
Total ₂	15	7,52	1,96	10,77	4,14	6,63	0,51	26,03	14,88	6,72
Сорт 3 – Типичная форма										
Особь 1	5	14,44	4,08	18,74	8,42	10,32	1,83	28,27	7,91	12,64
Особь 2	5	13,50	3,42	19,36	10,86	8,50	1,53	25,33	8,83	11,33
Особь 3	5	15,55	2,84	19,54	12,49	7,05	1,27	18,26	12,25	8,17
Total ₃	15	14,50	3,34	19,54	8,42	11,12	0,86	23,04	16,81	5,95
Сорт 4 – 'Лютееус'										
Особь 1	5	3,05	1,31	4,52	1,62	2,90	0,59	43,00	5,20	19,23
Особь 2	5	2,23	0,65	3,31	1,60	1,71	0,29	29,19	7,66	13,05
Особь 3	5	2,25	0,57	2,79	1,51	1,28	0,25	25,26	8,85	11,30
Total ₄	15	2,51	0,93	4,52	1,51	3,01	0,24	36,90	10,50	9,53
Обобщенное значение										
Total ₀	60	8,50	4,78	19,54	1,51	18,03	0,62	56,28	13,76	7,27

¹Статистики: N – число учетных навесок; M – среднее арифметическое; СКО – среднеквадратическое отклонение; max. – абсолютный максимум; min. – абсолютный минимум; Δlim – диапазон абсолютных значений; $\pm m$ – ошибка репрезентативности выборочного среднего; Cv – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 2,001$; $t_{01} = 2,662$); P – относительная ошибка, %.

Оценки содержания и баланса у сравниваемых между собой сортов, а также отдельных учетных растений в их составе неодинаковы и подвержены как межсортовой, так и индивидуальной (различия между особями), равно как и внутриорганизменной (повторности побегов в кроне одного растения) изменчивости. Полученные на данном этапе работы результаты в полной мере соответствуют сведениям о составе пластидных пигментов фотосинтезирующего аппарата, полученным другими авторами для широкого списка хвойных [4–8, 22, 39, 46] и лиственных [1, 2, 14–16] видов деревьев и кустарников.

Выводы. 1. Особи типичной формы и декоративных сортов пузыреплодника калинолистного, таких как 'Диабло', 'Саммер Вайн', 'Лютеус', проявили как межсортовые (рассматривается как генотипически обусловленные), так и индивидуальные в границах клона и внутриорганизменные фенотипические различия (рассматривается как ненаследуемые флуктуации) в содержании и соотношении в листьях хлорофилла-*a* и хлорофилла-*b*, а также каротиноидов. Неоднородность в её проявлении у представителей одноименного клона указывает на достаточную широту границ присущей им нормы реакции исследуемого генотипа на условия окружающей среды. Эти биологические особенности в значительной степени определяют адаптационный потенциал и резистентность указанных объектов к лимитирующим факторам среды в местах их произрастания.

2. Наличие в тканях листового аппарата исследованных сортообразцов пластидных пигментов, косвенно определяющих устойчивость и продуктивность процессов жизнедеятельности дерева, у представителей внутривидовых таксонов пузыреплодника таково, что обеспечивает их нормальный рост и развитие в условиях Нижегородской области, а также создает перспективы для широкого введения указанных растений в состав объектов озеленения в населенных пунктах нашего региона.

Литература

1. Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментация листовых пластин представителей рода береза (*Betula* L.) // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2022. Т. 26. № 3. С. 29–38. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-3-29-38
2. Басыгараев О. У., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В. П. Сравнительная оценка сортов облепихи по содержанию и балансу пластидных пигментов // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. Матер. XXI Всеросс. (нац.) науч.-тех. конф. студ. и асп.: г. Екатеринбург, 1-14 апреля 2025 г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2025. С. 73–77.
3. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Есичев А.О. Оценка физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) в условиях Нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 1. С. 9–17. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.9
4. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Щербаков А.Ю. Пигментный состав хвои ели европейской (*Picea abies*) в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. XXXIX, № 3. С. 161–166.
5. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Щербаков А.Ю. Популяционная структура географических культур ели европейской в оценках пигментного состава хвои // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 237. С. 113–134. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.237.113–134
6. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. 368 с.

7. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментный состав хвои саженцев сосны горной и сосны обыкновенной в Нижегородской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 4. С. 5–18. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-4-5-18
8. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Ершов П.В. Генотипическая обусловленность пигментного состава хвои плюсовых деревьев ели европейской // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 1. С. 63–76. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.63
9. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кентбаева Б.А., Кентбаев Е.Ж., Мамонов Е.И., Запольнов В.Е. Рост сеянцев ели Шренка (*Picea schrenkiana*) в условиях интродукции в Нижегородскую область // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 238. С. 67–87. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.238.67-87
10. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Котынова М.Ю. Сезонный характер содержания пигментов в хвое туи западной в условиях Нижегородской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2022. № 3. С. 38–58. DOI 10.21178/2079–6080.2022.3.3
11. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Локтева А.В., Котынова М.Ю., Королев В.Г. Сравнительная оценка сортов туи западной (*Thuja occidentalis* L.) по морфометрическим показателям шишек // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2024. Матер. XIII Межд. науч.-практ. конф.: г. Саратов - Нижний Новгород: 4-5 апреля 2024 года / Под науч. ред. О.Б.Сокольской, И.Л.Воротникова, Д.А. Соловьёва. – Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГАТУ, 2024. С. 232 – 239.
12. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Миронова А.Ю., Бабич Н.А, Сунгурова Н.Р. Укоренение черенков декоративных форм и сортов пузыреплодника калинолистного в условиях Нижегородской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2025. № 1. С. 121–137. DOI 10.21178/2079–6080.2025.1.121
13. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Паникаров И.И. Пылезадерживающая способность хвои ели колючей в насаждениях г. Нижнего Новгорода. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024;1(247). С. 188–208. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.247.188-208
14. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Сатанова А.Д., Шубников Н.И. Пигментный состав листьев тополей в объектах озеленения Нижнего Новгорода // Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета. 2023. № 4 (40). С. 13–23.
15. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Сатанова А.Д., Шубников Н.И. Взаимозависимость показателей пигментного состава листового аппарата тополей в дендрологической коллекции Нижегородского ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. стат. по матер. Всеросс. науч.-практ. онлайн конф. с междунар. участ: г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева, 2025. С. 262–272.
16. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Сатанова А.Д., Шубников Н.И. Видоспецифичность пигментного состава листьев тополей в объектах озеленения Нижнего // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. стат. по матер. Всеросс. науч.-практ. онлайн конф. с междунар. участ: г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева, 2025. С. 273–282.
17. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Храмов Р.Н. Влияние модифицированного фотолуминофором агротекстиля спанбонд на укоренение черенков туи западной (*Thuja occidentalis* L.) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 2. С. 17–26. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-2-17-26
18. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Храмов Р.Н., Бабич Н.А., Мелехов В.И. Синтетические укрытия вегетационных сооружений с интегрированным фотолуминофором в укоренении черенков туи западной // Известия вузов. Лесной журнал. 2024 г., вып. 2, апрель, С. 29–48, DOI:10.37482/0536-1036-2024-2-29-48

19. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Широков А.И., Вышегородцев А.В. Пигментный состав хвои тиса при интродукции в Нижегородской области // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: Матер. XIII Междунар. науч.-тех. конф. Екатеринбург, 2-4 февраля 2021 г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2021. С. 55–59.
20. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия вузов. Лесной журнал. 2021. № 5. С. 48–64.
21. Вышегородцев А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Широков А.И. Видоспецифичность регенеративной способности черенков тиса при интродукции в Нижегородскую область // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. XLI, № 2. С. 118–132. DOI: 10.53374/1993-0135-2023-2-118-132
22. Ершов П.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многомерная оценка плюсовых деревьев ели европейской (*Picea abies*) по пигментному составу хвои // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 233. С. 78–99.
23. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Бабич А.Н., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Содержание и баланс запасных веществ в побегах лиственницы сибирской в условиях реинтродукции в Нижегородскую область // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2022. Т. 26. № 1. С. 17–27. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-1-17-27
24. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Внутривидовая изменчивость состояния ксилемы побегов лиственницы сибирской при интродукции в Нижегородскую область // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2021. № 3 (51). С. 28–40. DOI: 10.25686/2306-2827.2021.3.28
25. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание жиров в тканях побегов лиственницы сибирской в условиях интродукции в Нижегородскую область / А.О. Есичев, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов // Хвойные бореальной зоны. – 2021. – Т. XXXIX, № 3. С. 180–190.
26. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Видоспецифичность пигментного состава хвои представителей рода лиственница // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. XXXIX, № 4. С. 313–321.
27. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Наследственная обусловленность пигментного состава хвои представителей рода лиственница // Лесной вестник/Forestry bulletin. 2021. Т. 25, № 5. С. 5–13. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-5-13
28. Иванов Д.А., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание крахмала в побегах типичной и декоративной формы клена остролистного в объектах озеленения Нижнего Новгорода // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. стат. по матер. Всеросс. науч.-практ. онлайн конф. с межд. участ. г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ, 2025. С. 287–291.
29. Кентбаева Б.А., Кентбаев Е.Ж., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Мурадов К.П. Содержание и соотношение пластидных пигментов в хвое биоты Восточной при интродукции // Хвойные бореальной зоны. 2024. Т. XLII, № 3. С. 13–22. DOI: 10.53374/1993-0135-2024-3-13-22
30. Кентбаева Б.А., Кентбаев Е.Ж., Мурадов К.П., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Изменчивость содержания хлорофилла в хвое биоты восточной при интродукции // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2024. Матер. XIII Межд. науч.-практ. конф.: г. Саратов - Нижний Новгород: 4-5 апреля 2024 г. / Под науч. ред. О.Б. Сокольской, И.Л. Воротникова, Д.А. Соловьёва. Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, Нижегородский ГАТУ, 2024. С. 204–213.
31. Котынова М.Ю., Ханявин А.И., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментный состав хвои декоративных форм и сортов туи западной (*Thuja occidentalis*) в условиях Нижегородской области // Вестник Поволжского государственного технологического

- университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2024. № 2 (62). С. 31–45. DOI: 10.25686/2306-2827.2024.2.31
32. Кудряшов В.С., Петрова Е.С., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Корреляция показателей ризогенеза и пострегенеративного развития черенков туефика поникающего // Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения. Сб. науч. ст. по матер. всерос. (нац.) науч.-практ. конф.: г. Нижней Новгород, 25 ноября 2022 г. / под общ. ред. Н.Н. Бессчетновой. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2022. С. 302–314.
33. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрический анализ в оценке видоспецифичности представителей рода ель (*Picea*) // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6. С. 23–38. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.23
34. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрическая оценка таксономической близости видов ели (*Picea A. Dietr.*) по пигментному составу хвои // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2018. № 1(37). С. 5–18.
35. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Применение стимулирующей обработки в укоренении черенков ели Коники // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 232. С. 79–91. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.79-91
36. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сезонные изменения пигментного состава хвои представителей рода ель в Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 22–39. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.22-39
37. Локтева А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Биологические особенности представителей рода ель (*Picea A. Dietr.*) в структуре урбоэкосистем // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2023. Матер. XII Межд. науч.-практ. конф., Саратов-Нижний Новгород, 06-07 апреля 2023 г. Саратов-Нижний Новгород: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, Нижегородский государственный агротехнологический университет, 2023. С. 7–21.
38. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: Труды Института экологии растений и животных. Свердловск, 1969. С. 3–38.
39. Мариничева Т.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Накопление хлорофиллов листьями сортовой голубики в условиях Нижегородского Поволжья // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. стат. по матер. Всерос. науч.-практ. онлайн конф. с межд. участ. г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ, 2025. С. 364–368.
40. Мартынова Н.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Мартынов Р.В. Влияние биологически активных препаратов при стимулировании черенков бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare L.*) // От биопродуктов к биоэкономике. Матер. IV Межрег. Науч.-практ. конф. (с международным участием): 23–24 сентября 2021 г. / под ред. А.Н. Лукьянова. – Барнаул: Изд-во Алтайского университета, 2021. С. 77–81.
41. Миронова А.Ю., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Регенерационная способность черенков декоративных форм и сортов пузыреплодника калинолистного при интродукции в Нижегородскую область // Хвойные бореальной зоны. 2024. Т. XLII, No 4. С. 62–74. DOI: 10.53374/1993-0135-2024-4-62-74
42. Миронова А.Ю., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Гаврилова А.А. Развитие черенков декоративных форм и сортов пузыреплодника калинолистного при укоренении с использованием свето-трансформирующих укрытий // Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения. Сб. науч. ст. по матер. всерос. (нац.) науч.-практ. конф.: г. Нижней Новгород, 25 ноября 2022 г. / под общ. ред. Н.Н. Бессчетновой. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2022. С. 314–324.

43. Паникаров И.И., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Взаимозависимость параметров хвои ели колючей в определении её пылезадерживающей способности // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. XLI, № 6. С. 495–503. DOI: 10.53374/1993-0135-2023-6-495-503

44. Прохоров Я.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание хлорофиллов в хвое сосны горной в городских условиях Нижнего Новгорода // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. стат. по матер. Всеросс. науч.-практ. онлайн конф. с межд. участ. г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ, 2025. С. 392–396.

45. Прохоров Я.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание каротиноидов в хвое сосны горной при интродукции в Нижегородскую область // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. Матер. XXI Всеросс. (нац.) науч.-тех. конф. студ. и асп.: г. Екатеринбург, 1-14 апреля 2025 г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2025. С. 367–371.

46. Шишкина В.П., Вилков А.С., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментный состав хвои форм и сортов можжевельника в объектах озеленения Нижнего Новгорода // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2025. Матер. XIV Межд. науч.-практ. конф.: г. Саратов - Нижний Новгород, 3-4 апреля 2025 г. / Под науч. ред. О.Б. Сокольской, Д.А. Соловьева, Н.Н.Бессчетновой. Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГАТУ, 2025. С. 250–258.

47. Khramov R.N., Martynova N.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Luponosov Y.N. The effectiveness of agrotextile cover with organic photoluminophore in rooting cuttings of Hungarian lilac (*Syringa josikaea* J. Jacq. ex Rchb.) // BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Sustainable Development of Traditional and Organic Agriculture in the Concept of Green Economy” (SDGE 2021). Section Agrobiotechnology in Crop and Livestock Production. 2022. Volume 42, Article Number 01017. Number of page(s) 7. Pp. 1–7. DOI: 10.1051/bioconf/20224201017

48. Kul'kova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Kentbaev Y.Zh., Kentbaeva B.A. Growth of Schrenk's Spruce (*Picea schrenkiana*) Seedlings Related to the Pre-Sowing Stimulating Seed Treatment // Russian Forestry Journal. 2022. № 4. С. 39–51. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-4-39-51

49. Martynova, N.V., Besschetnova, N.N., Besschetnov, V.P., Martynov, R.V. Effectiveness of stimulating treatment cuttings of privet common (*Ligustrum vulgare* L.) with biologically active preparations // Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions. International Forestry Forum: Voronezh, Russian Federation, 9-10 September 2021, Voronezh, Russian Federation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. (Published online: 10 November 2021). Volume 875. Article number 012081. Pp. 1–8. DOI: 10.1088/1755-1315/875/1/012081

НАКОПЛЕНИЕ ХЛОРОФИЛЛА ЛИСТЬЯМИ КЛЕНА БЕЛОГО (*ACER PSEUDOPLATANUS* L. VAR. '*LEOPOLDII*') В ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

*А.В. Локтева, кандидат сельскохозяйственных наук
В.А. Панина, магистрант факультета лесного хозяйства
В.В. Храмов, магистрант факультета лесного хозяйства*

Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я Флорентьева, кафедра лесных культур, Нижний Новгород, Россия, e-mail: kulkova12@gmail.com

Реферат. Изложены результаты исследования пигментного состава листьев декоративного сорта клена белого 'Леопольди' (*Acer pseudoplatanus* L. var. '*Leopoldii*') в объектах внутриквартального озеленения г. Нижнего Новгорода. Отмечена индивидуальная и внутриорганизменная фенотипическая изменчивость пигментации фотосинтезирующего аппарата однолетних побегов указанных представителей данного вида. Работы проведены стационарным и лабораторным методом исследований с учетом принципа единственного логического различия и требований к типичности, пригодности, целесообразности и надежности опыта. Цель исследования – оценка накопления и баланса пластидных пигментов в листовом аппарате годичных побегов клена белого. Объекты исследований – одновозрастные репродуктивно зрелые особи клена белого (сорт 'Леопольди'), дислоцированные в границах единого участка внутриквартальных посадок г. Нижнего Новгорода с географическими координатами 56°19'43.3"N, 44°0'7.2"E при абсолютной высоте 136 м. Предметом исследований выступили индивидуальные особенности рассматриваемых растений в плане накопления и соотношения хлорофилла и каротиноидов листовым аппаратом. В работе использовали классические и апробированные современные методические схемы пигментного анализа. Определены количественные параметры и даны сравнительные оценки тестируемых показателей у объектов исследования. Выявлены индивидуальные фенотипические различия на фоне внутриорганизменной изменчивости.

Ключевые слова: клен белый, сорт 'Леопольди', листовый аппарат, пигментный состав, хлорофилл, объекты озеленения, фенотипическая изменчивость.

Введение. Неослабевающая напряженность экологической обстановки урбанизированных территорий нашей планеты, в список которых входит и Нижний Новгород, требуют принятия безотлагательных мер. Результативным средством в оптимизации параметров городской среды традиционно рассматриваются насаждения из деревьев и кустарников [21, 26, 43, 47]. Такая их оценка базируется на представлениях о реальных возможностях реализации ими декоративно-эстетических, санитарно-гигиенических и рекреационно-бальнеологических функций [20, 25, 46]. В полной мере данный тезис имеет отношение к большинству городов Среднего Поволжья, где параметры среды нередко далеки от норм комфортности. Успех решения непростых задач, стоящих перед профильными специалистами, в значительной степени будет определяться обоснованным формированием ассортимента городских посадок,

что нередко требует активного привлечения наиболее полно адаптированных представителей аборигенной и инорайонной дендрофлоры. Нередко в этих целях привлекаются разнообразные представители инорайонных популяций, в числе которых хвойные [15, 17–19] и лиственные [3–9, 45] виды деревьев [3–5, 17] и кустарников [15, 28, 45]. Кафедра лесных культур Нижегородского ГАТУ планомерно осуществляет их интродукцию в наш регион, пополняя ассортимент используемых видов за счет представителей туи западной (*Thuja occidentalis* L.) [22, 23, 37], биоты восточной (*Platyclusus orientalis* (L.) Franco) [35, 31], туювика поникающего (*Thujopsis dolabrata* (Thunb. ex L.f.) Siebold & Zucc.) [38], сосны горной (*Pinus mugo* Turra) [15, 27], различных видов березы (*Betula* L.) [4–9], лиственницы (*Larix* Mill.) [30–34], тиса (*Taxus* L.) [28], можжевельника (*Juniperus* L.) [47], ели (*Picea* A. Dietr.) [39–43], включая ель колючую (*Picea pungens* Engelm.) [20, 46], Шренка (*Picea schrenkiana* Fisch. & С.А. Мей.) [17, 49], растений семейства маслиновые (*Oleaceae* Hoffmanns. & Link) и ряда других [45, 48, 50]. Здесь ведется последовательное изучение их биологии [7–10, 43] и экологических реакций [4–6], репродуктивной сферы [19] и приемов тиражирования посадочного материала [27, 41, 49]. Многочисленные виды рода Клен (*Acer* L.), в частности, клен белый (*Acer pseudoplatanus* L.) с его декоративными формами и сортами, все более активно вводятся в состав объектов озеленения городов России. Они обладают значительным потенциалом для улучшения санитарно-гигиенических условий, повышения эстетической привлекательности городской среды и создания устойчивых рекреационных зон. Вместе с тем широкое распространение указанных растений в Нижегородском Поволжье во многом зависит от адаптированности к сложившемуся экологическому фону, для оценки достаточности которой требуются глубокие исследования их биологии, включая разнообразные характеристики фотосинтезирующей сферы растений. Однако подобные работы в регионе пока еще немногочисленны, что, как следствие, ограничивает количество публикаций по указанным вопросам [26].

Цель исследования – оценка накопления и баланса хлорофилла-*a* и хлорофилла-*b* в листовом аппарате годичных побегов клена белого.

Объекты и методика исследований. Объектами исследований выступали одновозрастные репродуктивно зрелые особи клена белого (*Acer pseudoplatanus* L. var. 'Leopoldii'), представленного в работе сортом 'Леопольди' (*Acer pseudoplatanus* L. var. 'Leopoldii'). Все они размещались во внутриквартальных посадках г. Нижнего Новгорода: географические

координаты 56°19'43.3"N, 44°0'7.2"E при абсолютной высоте 136 м. По официальной системе лесорастительного районирования он входит в зону хвойно-широколиственных лесов и относится к хвойно-широколиственному лесному району Европейской части Российской Федерации (3 лесорастительный район). В его границах обычны серые лесные и дерново-подзолистые и подзолистые почвы [11], а климат отличается умеренно теплым и влажным летом и умеренно суровой снежной зимой. Такие лесорастительные условия вполне благоприятны для успешного произрастания обширного перечня видов деревьев и кустарников, в числе которых аборигенные и интродукционные представители рода Клен (*Acer* L.) [1, 2].

В исследованиях соблюдали базовые требования к организации опыта: типичность, пригодность, целесообразность, надежность, а также принцип единственного логического различия. Согласно такому подходу, для лабораторного изучения использованы одновозрастные растения вегетативного происхождения при их общем числе 5 шт. С каждого из них одновременно срезали по 5 однотипных одновозрастных побегов, находящихся в одинаковом фенологическом состоянии и не имеющих признаков повреждения биотическими и абиотическими факторами или отклонений от нормального развития. Местом заготовки являлась периферия среднего яруса хорошо освещенного участка кроны. Объединенная листовая масса с каждого из них использовалась для приготовления экстракционных навесок, общее число которых составило 25 шт. Их массу в момент заготовки, а также в абсолютно сухом состоянии устанавливали с точностью до 0,001 г на аналитических весах VIC-300d3 «Acculab». Предметом исследований служила сортовая специфика рассматриваемых растений по способности их листового аппарата накапливать в конце вегетационного периода пластидные пигменты, а именно: хлорофилл-*a*; хлорофилл-*b*.

Одинаковый возраст учетных деревьев и одновременный отбор биологических образцов позволили исключить влияние хронографического фактора на формирование различий между исследуемыми растениями. Дислокация последних в границах единого участка на однородных почвах с одинаковыми условиями среды обеспечила элиминацию влияния пространственного фактора на формирование общего фона фенотипической дисперсии исследуемых признаков. В работе использовали апробированные методические рекомендации [3, 7, 12–16]. Инструментом исследования явился спектрофотометр СФ-2000 с программным обеспечением GRASS GIS 7.6.1 /

QGIS 3.4 [29, 33–37]. Концентрацию пигментов вычисляли по уравнениям Ветштейна – Хольма для 96-процентного этанола [21, 40, 42, 47]. Переход от общих оценок к конкретным величинам (мг/г) предполагал одновременное установление концентрации абсолютно сухого вещества в листовой массе [24, 29, 33–37]. Повысить информативность данных о содержании и соотношении пластидных пигментов в тканях листа изучаемых растений позволило включение производных признаков в состав анализируемых показателей. Такой подход активно используется в лесоводственных [12–14, 29] и биологических [5–9, 38] исследованиях, как с хвойными [10, 39, 40], так и лиственными [7–9] древесными породами. Прежде всего, их привлекают для оценки характеристик, недоступных для непосредственного замера и фиксации. Как правило, они представлены относительными и удельными величинами, коэффициентами, индексами и пр. [5–9]. Подобная схема построения исследований фотосинтезирующего аппарата традиционна [4–6, 14–16, 40, 42, 47]. Статистический анализ с оценкой изменчивости по шкале Мамаева [44] выполнен согласно общепризнанным в лесоводственных исследованиях методам.

Результаты и их обсуждение. Режим накопления листьями представителями сорта 'Леопольди' клена белого, а также соотношение между тестируемыми показателями листа неодинаков, притом что фенотипическая изменчивость проявилась как на фоне индивидуальных, так и внутриорганизменных различий (табл. 1 – 5). Так, по базовому показателю пигментного состава листьев (содержание хлорофилла-а), влияющему на другие физиологические характеристики, выполненный спектрофотометрический анализ позволил получить статистические данные о рассматриваемом параметре и его изменчивости (см. табл. 1). Средние значения в вариантах опыта (в нашем случае разные учетные растения – особи) составили: от $0,95 \pm 0,035$ мг/г (особь 2) до $1,18 \pm 0,097$ мг/г (особь 4), что сформировало превышение большего над меньшим в 1,24 раза или на 0,23 мг/г.

Таблица 1 – Содержание хлорофилла-а в листьях клена белого¹

Особи	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Особь 1	5	1,01	0,11	1,12	0,88	0,25	0,051	11,27	19,84	5,04
Особь 2	5	0,95	0,08	1,04	0,83	0,21	0,035	8,13	27,50	3,64
Особь 3	5	1,11	0,21	1,46	0,91	0,55	0,094	18,99	11,78	8,49
Особь 4	5	1,18	0,22	1,53	0,94	0,59	0,097	18,42	12,14	8,24
Особь 5	5	1,03	0,12	1,24	0,93	0,31	0,055	12,07	18,53	5,40
Total	25	1,06	0,17	1,53	0,83	0,70	0,033	15,71	31,82	3,14

¹Статистики: N – число учетных навесок; M – среднее арифметическое, мг/г; СКО – среднеквадратическое отклонение, мг/г; max. – абсолютный максимум, мг/г; min. –

абсолютный минимум, мг/г; Δlim – диапазон абсолютных значений, мг/г; $\pm m$ – ошибка репрезентативности выборочного среднего, мг/г; C_v – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 2,064$; $t_{01} = 2,797$); P – относительная ошибка, %.

Оценки остальных особей на этом фоне в той или иной мере приближались к обобщенному среднему значению показателя (Total), которое составило $1,06 \pm 0,033$ мг/г. Абсолютный диапазон лимитов ($\Delta\text{lim} = \text{max.} - \text{min.}$) для всего массива опытных данных достиг 0,70 мг/г ($\text{max.} = 1,53$ мг/г; $\text{min.} = 0,83$ мг/г), а их отношение – 1,84. В целом же, анализируемый параметр сравнительно стабилен, и общая для всего массива данных изменчивость в оценках по коэффициенту вариации ($C_v = 15,71$ %) в большей мере относился к среднему уровню шкалы Мамаева ($C_v = 16...25$ %). При этом её общий фон у отдельных учетных растений заметно различался ($C_v = 8,13...18,99$ %) и чаще соответствовал низкому уровню той же шкалы ($C_v = 7...15$ %) или же – среднему ($C_v = 16...25$ %).

Не менее значимый в структуре пигментного состава листьев признак (содержание хлорофилла- *b*) на данном этапе опыта также демонстрировал отчетливые различия между сравниваемыми учетными растениями данного сорта (см. табл. 2). Их обобщенные оценки варьировали от $1,88 \pm 0,267$ мг/г (особь 3) до $2,53 \pm 0,146$ мг/г (особь 1), что сформировало превышение большей над меньшей в 1,34 раза или на 0,64 мг/г. Оценки остальных особей (в контексте их полного массива) в той или иной мере приближались к обобщенному среднему значению показателя (Total), которое составило $2,20 \pm 0,076$ мг/г.

Таблица 2 – Содержание хлорофилла-*b* в листьях клена белого¹

Особи	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	C_v , %	t	P, %
Особь 1	5	2,53	0,33	2,90	2,18	0,72	0,146	12,90	17,33	5,77
Особь 2	5	2,16	0,15	2,37	1,99	0,38	0,069	7,11	31,43	3,18
Особь 3	5	1,88	0,60	2,70	1,27	1,44	0,267	31,67	7,06	14,16
Особь 4	5	2,17	0,32	2,58	1,77	0,80	0,141	14,53	15,39	6,50
Особь 5	5	2,24	0,12	2,42	2,10	0,32	0,055	5,47	40,84	2,45
Total	25	2,20	0,38	2,90	1,27	1,63	0,076	17,27	28,96	3,45

¹Статистики: N – число учетных навесок; M – среднее арифметическое, мг/г; СКО – среднеквадратическое отклонение, мг/г; max. – абсолютный максимум, мг/г; min. – абсолютный минимум, мг/г; Δlim – диапазон абсолютных значений, мг/г; $\pm m$ – ошибка репрезентативности выборочного среднего, мг/г; C_v – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 2,064$; $t_{01} = 2,797$); P – относительная ошибка, %.

Абсолютный диапазон лимитов ($\Delta\text{lim} = \text{max.} - \text{min.}$) для всего набора опытных данных достиг 1,63 мг/г ($\text{max.} = 2,90$ мг/г; $\text{min.} = 1,27$ мг/г), а их

отношение – 2,29. Как и в предыдущем случае, рассматриваемый параметр достаточно стабилен, и его общая для всего массива данных изменчивость в оценках по коэффициенту вариации ($C_v=17,27\%$) соответствовала среднему уровню шкалы Мамаева ($C_v=16...25\%$). При этом её общий фон у отдельных учетных растений весьма неоднороден ($C_v=5,47...31,67\%$) и соответствовал как очень низкому уровню той же шкалы ($C_v<7\%$), так и низкому ($C_v=7...15\%$) или среднему ($C_v=16...25\%$) и даже повышенному ($C_v=26...35\%$) уровням.

Весьма важным и информативным показателем в определении баланса пластидных пигментов, по которому можно было судить об их соотношении у сравниваемых объектов, выступало отношение содержания хлорофилл-*a* к содержанию хлорофилла-*b* (см. табл. 3).

Таблица 3 – Отношение содержания хлорофилл-*a* к содержанию хлорофилла-*b*¹

Особи	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	$C_v, \%$	t	P, %
Особь 1	5	0,40	0,03	0,44	0,37	0,07	0,012	6,61	33,84	2,95
Особь 2	5	0,44	0,04	0,50	0,40	0,09	0,019	9,64	23,21	4,31
Особь 3	5	0,62	0,14	0,81	0,51	0,30	0,062	22,27	10,04	9,96
Особь 4	5	0,54	0,05	0,60	0,50	0,10	0,020	8,42	26,56	3,77
Особь 5	5	0,46	0,04	0,51	0,41	0,10	0,016	7,98	28,03	3,57
Total	25	0,49	0,10	0,81	0,37	0,44	0,020	20,68	24,17	4,14

¹Статистики: N – число учетных навесок; M – среднее арифметическое; СКО – среднеквадратическое отклонение; max. – абсолютный максимум; min. – абсолютный минимум; Δlim – диапазон абсолютных значений; $\pm m$ – ошибка репрезентативности выборочного среднего; C_v – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 2,064$; $t_{01} = 2,797$); P – относительная ошибка, %.

В процессе исследования удалось зафиксировать несходство оценок у разных особей рассматриваемого сорта. Их обобщенные оценки варьировали от $0,40 \pm 0,012$ ед. (особь 1) до $0,62 \pm 0,062$ ед. (особь 3), что вызвало превышение большей над меньшей в 1,54 раза или на 0,22 ед. Оставшиеся особи, вошедшие в схему опыта, демонстрировали тенденцию приближения к обобщенному для их полной совокупности среднему значению признака (Total), которое в этом случае было равно $0,49 \pm 0,020$ ед. Диапазон лимитов ($\Delta\text{lim} = \text{max.} - \text{min.}$) для всего набора опытных данных достиг 0,44 ед. ($\text{max.}=0,81$; $\text{min.}=0,37$), а их отношение – 2,17. Анализируемый показатель относительно стабилен, и его общая для всего массива данных изменчивость в оценках по коэффициенту вариации ($C_v=20,68\%$) соответствовала среднему уровню шкалы Мамаева ($C_v=16...25\%$). При этом её общий фон у отдельных учетных растений весьма неоднороден ($C_v=6,61...22,27\%$) и преимущественно соответствовал очень

низкому ($C_v < 7\%$), низкому ($C_v = 7...15\%$) или среднему ($C_v = 16...25\%$) уровням той же шкалы.

Детализацию представлений о наличии и балансе разных форм хлорофилла в тканях листовой массы декоративного сорта 'Леопольди', представлявшего в опыте клен белый, дают сведения о доле участия каждого из пластидных пигментов в формировании их общего состава (см. табл. 4, 5).

Таблица 4 – Доля содержания хлорофилла-а в листьях клена белого¹

Особи	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	$C_v, \%$	t	P, %
Особь 1	5	0,27	0,01	0,28	0,26	0,03	0,005	4,19	53,32	1,88
Особь 2	5	0,29	0,02	0,30	0,27	0,03	0,007	5,68	39,36	2,54
Особь 3	5	0,34	0,04	0,40	0,31	0,08	0,016	10,54	21,22	4,71
Особь 4	5	0,33	0,02	0,35	0,30	0,05	0,010	6,59	33,95	2,95
Особь 5	5	0,30	0,01	0,31	0,28	0,04	0,006	4,45	50,25	1,99
Total	25	0,30	0,03	0,40	0,26	0,14	0,007	11,23	44,52	2,25

¹Статистики: N – число учетных навесок; M – среднее арифметическое; СКО – среднеквадратическое отклонение; max. – абсолютный максимум; min. – абсолютный минимум; Δlim – диапазон абсолютных значений; $\pm m$ – ошибка репрезентативности выборочного среднего; C_v – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 2,064$; $t_{01} = 2,797$); P – относительная ошибка, %.

В частности, доля содержания хлорофилла-а в листьях клена белого изменялась от $0,27 \pm 0,005$ ед. (особь 1) до $0,34 \pm 0,016$ ед. (особь 3), что образовало превышение большей над меньшей в 1,28 раза или на 0,08 ед. Обобщенное для полного массива данных среднее значение признака (Total), к которому в той или иной мере тяготели оставшиеся особи, вошедшие в схему опыта, в этом случае было равно $0,30 \pm 0,007$ ед. Диапазон лимитов ($\Delta\text{lim} = \text{max.} - \text{min.}$) для полного комплекса опытных данных достиг 0,14 ед. ($\text{max.} = 0,40$; $\text{min.} = 0,26$), а их отношение составило 1,55. Указанный показатель достаточно стабилен, и его общая для всего массива данных изменчивость в оценках по коэффициенту вариации ($C_v = 11,23\%$) соответствовала низкому уровню шкалы Мамаева ($C_v = 7...15\%$). Общий фон дисперсии у отдельных учетных растений также однороден ($C_v = 4,19...10,54\%$) и преимущественно соответствовал очень низкому ($C_v < 7\%$) или же низкому ($C_v = 7...15\%$) уровням той же шкалы. Аналогичные выводы и заключения можно сделать в отношении доли хлорофилл-в в общем пигментном составе тканей листа (см. табл. 5).

Таблица 5 – Доля содержания хлорофилла-в в листьях клена белого¹

Особи	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	$C_v, \%$	t	P, %
Особь 1	5	0,67	0,02	0,68	0,64	0,04	0,007	2,35	95,24	1,05
Особь 2	5	0,65	0,03	0,68	0,61	0,07	0,012	4,20	53,28	1,88
Особь 3	5	0,57	0,06	0,62	0,49	0,13	0,028	10,93	20,46	4,89

Особь 4	5	0,60	0,01	0,62	0,58	0,04	0,006	2,37	94,50	1,06
Особь 5	5	0,65	0,02	0,68	0,61	0,06	0,010	3,56	62,87	1,59
Total	25	0,63	0,05	0,68	0,49	0,20	0,010	7,68	65,13	1,54

¹Статистики: N – число учетных навесок; М – среднее арифметическое; СКО – среднеквадратическое отклонение; max. – абсолютный максимум; min. – абсолютный минимум; Δlim – диапазон абсолютных значений; ±m – ошибка репрезентативности выборочного среднего; Cv – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 2,064$; $t_{01} = 2,797$); P – относительная ошибка, %.

В порядке осуждения результатов можно отметить, что к концу вегетационного периода в тканях листовой массы у рассматриваемых в настоящей статье особей декоративного сорта клена белого 'Леопольди' (*Acer pseudoplatanus* L. var. 'Leopoldii') сосредоточено достаточное для активного фотосинтеза количество хлорофилла-*a* и хлорофилла-*b*. При этом указанные значения у отдельных учетных растений неодинаковы и подвержены как индивидуальной (различия между особями) так и внутриорганизменной (повторности побегов в кроне одного растения) изменчивости. Сказанное в полной мере адекватно сведениям о пигментном составе фотосинтезирующего аппарата, полученным другими авторами для широкого списка хвойных [12–16, 18, 19] и лиственных [4–6, 21] видов.

Выводы.

1. Особи декоративного сорта клена белого 'Леопольди' (*Acer pseudoplatanus* L. var. 'Leopoldii') в рамках проведенного исследования демонстрировали индивидуальные фенотипические различия содержания и соотношения в листьях хлорофилла-*a* и хлорофилла-*b*, что может рассматриваться как ненаследственные флуктуации (речь идет о вегетативном потомстве вышеуказанного сорта). Неоднородность в её проявлении у представителей одноименного клона указывает на достаточную широту границ присущей им нормы реакции исследуемого генотипа на условия окружающей среды.

2. Накопление тканями листового аппарата исследованных сортообразцов пигментов, участвующих в фотосинтезе и косвенно определяющих продуктивность процессов жизнедеятельности дерева, у представителей внутривидовых таксонов клена белого, таково, что обеспечивает их нормальный рост и развитие в условиях Нижегородской области, а также создает перспективы для широкого введения указанных растений в состав объектов озеленения в населенных пунктах нашего региона.

Литература

1. Аверкиев Д.С. История развития растительного покрова Горьковской области и ее ботанико-географическое деление // Ученые записки Горьковского университета. Горький, 1954. Выпуск XXXV. С. 119–136.
2. Алехин В.В. Растительность СССР в основных зонах. М.: Советская наука, 1951. 512 с.
3. Бабаев Р.Н., Бабаев А.Н., Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Суммарное содержание пластидных пигментов в листовых пластинах березы карельской при интродукции в Нижегородской Поволжье // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития: по итогам XXIV-ой межд. науч.-тех. Интернет-конф.: г. Брянск 10-30 ноября 2024 г. / Под общ. ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов. Вып. 66. Брянск: БГИТУ, 2024. С. 114–118.
4. Бабаев Р.Н., Бабаев А.Н., Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Чурбаков Д.Ф. Сравнительная оценка содержания влаги в листовом аппарате березы карельской в условиях интродукции в Нижегородскую область // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Матер. XXII Межд. науч.-тех. конф.: г. Вологда, 5 декабря 2024 года. Вологда: Вологодский государственный университет, 2024. С 256–260.
5. Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Лигнификация ксилемы разных видов березы при интродукции в условиях Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 40–56. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.40-56
6. Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сравнительный анализ водоудерживающей способности представителей рода *Betula* // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2022. № 1 (53). С. 5–19. DOI:10.25686/2306-2827.2022.1.5
7. Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментация листовых пластин представителей рода береза (*Betula* L.) // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2022. Т. 26. № 3. С. 29–38. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-3-29-38
8. Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание и баланс запасных веществ в побегах аборигенной и интродуцированных в Нижегородскую область видов и форм березы // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2022. № 1. С. 59–71. DOI 10.21178/2079-6080.2022.1.59
9. Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрический анализ лигнификации ксилемы представителей рода *Betula* L. // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4 (36). С. 5–15.
10. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Есичев А.О. Оценка физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) в условиях Нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 1. С. 9–17. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.9
11. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Храмова О.Ю., Клишина Л.И., Печникова Н.Д., Бессчетнов П.В. Показатели химического и гранулометрического состава дерново-подзолистых почв под сосновыми лесами на территории заповедника «Керженский» Нижегородской области // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. С. 14–24.
12. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Щербаков А.Ю. Пигментный состав хвои ели европейской (*Picea abies*) в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. XXXIX, № 3. С. 161–166.
13. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Щербаков А.Ю. Популяционная структура географических культур ели европейской в оценках пигментного состава хвои // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 237. С. 113–134. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.237.113–134

14. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. 368 с.
15. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментный состав хвои саженцев сосны горной и сосны обыкновенной в Нижегородской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 4. С. 5–18. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-4-5-18
16. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Ершов П.В. Генотипическая обусловленность пигментного состава хвои плюсовых деревьев ели европейской // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 1. С. 63–76. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.63
17. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кентбаева Б.А., Кентбаев Е.Ж., Мамонов Е.И., Запольнов В.Е. Рост сеянцев ели Шренка (*Picea schrenkiana*) в условиях интродукции в Нижегородскую область // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 238. С. 67–87. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.238.67-87
18. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Котынова М.Ю. Сезонный характер содержания пигментов в хвое туи западной в условиях Нижегородской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2022. № 3. С. 38–58. DOI 10.21178/2079–6080.2022.3.3
19. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Локтева А.В., Котынова М.Ю., Королев В.Г. Сравнительная оценка сортов туи западной (*Thuja occidentalis* L.) по морфометрическим показателям шишек // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2024. Матер. XIII Межд. науч.-практ. конф.: г. Саратов - Нижний Новгород: 4-5 апреля 2024 года / Под науч. ред. О.Б.Сокольской, И.Л.Воротникова, Д.А. Соловьёва. – Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГАТУ, 2024. – С. 232 – 239.
20. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Паникаров И.И. Пылезадерживающая способность хвои ели колючей в насаждениях г. Нижнего Новгорода. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024;1(247). С. 188–208. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.247.188-208
21. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Сатанова А.Д., Шубников Н.И. Пигментный состав листьев тополей в объектах озеленения Нижнего Новгорода // Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета. 2023. № 4 (40). С. 13–23.
22. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Храмов Р.Н. Влияние модифицированного фотолуминофором агротекстиля спанбонд на укоренение черенков туи западной (*Thuja occidentalis* L.) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 2. С. 17–26. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-2-17-26
23. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Храмов Р.Н., Бабич Н.А., Мелехов В.И. Синтетические укрытия вегетационных сооружений с интегрированным фотолуминофором в укоренении черенков туи западной // Известия вузов. Лесной журнал. 2024 г., вып. 2, апрель, С. 29–48, DOI:10.37482/0536-1036-2024-2-29-48
24. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Широков А.И., Вышегородцев А.В. Пигментный состав хвои тиса при интродукции в Нижегородской области // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: Матер. XIII Междунар. науч.-тех. конф. Екатеринбург, 2-4 февраля 2021 г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2021. С. 55–59.
25. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов П.В. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия вузов. Лесной журнал. 2021. № 5. С. 48–64.
26. Быков Д.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание хлорофилла в листьях типичной и декоративной форм *Acer Platanoides* в объектах озеленения Нижнего Новгорода // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. Матер. XXI Всеросс. (нац.) науч.-тех. конф. студентов и аспирантов: г. Екатеринбург, 1-14 апреля 2025 г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2025. С. 102–106.

27. Вилков М.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Орнатский А.Н. Выращивание саженцев сосны горной (*Pinus mugo*) в Нижегородской области // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Матер. XVIII Межд. науч.-тех. конф. Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. Ред. С.М. Хамитова. Вологда: ВоГУ, 2020. С. 13–15.
28. Вышегородцев А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Широков А.И. Видоспецифичность регенеративной способности черенков тиса при интродукции в Нижегородскую область // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. XLI, № 2. С. 118–132. DOI: 10.53374/1993-0135-2023-2-118-132
29. Ершов П.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многомерная оценка плюсовых деревьев ели европейской (*Picea abies*) по пигментному составу хвои // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 233. С. 78–99.
30. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Бабич А.Н., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Содержание и баланс запасных веществ в побегах лиственницы сибирской в условиях реинтродукции в Нижегородскую область // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2022. Т. 26. № 1. С. 17–27. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-1-17-27
31. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Внутривидовая изменчивость состояния ксилемы побегов лиственницы сибирской при интродукции в Нижегородскую область // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2021. № 3 (51). С. 28–40. DOI: 10.25686/2306-2827.2021.3.28
32. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание жиров в тканях побегов лиственницы сибирской в условиях интродукции в Нижегородскую область / А.О. Есичев, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов // Хвойные бореальной зоны. – 2021. – Т. XXXIX, № 3. – С. 180–190.
33. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Видоспецифичность пигментного состава хвои представителей рода лиственница // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. XXXIX, № 4. С. 313–321.
34. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Наследственная обусловленность пигментного состава хвои представителей рода лиственница // Лесной вестник/Forestry bulletin. 2021. Т. 25, № 5. С. 5–13. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-5-13
35. Кентбаева Б.А., Кентбаев Е.Ж., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Мурадов К.П. Содержание и соотношение пластидных пигментов в хвое биоты Восточной при интродукции // Хвойные бореальной зоны. 2024. Т. XLII, № 3. С. 13–22. DOI: 10.53374/1993-0135-2024-3-13-22
36. Кентбаева Б.А., Кентбаев Е.Ж., Мурадов К.П., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Изменчивость содержания хлорофилла в хвое биоты восточной при интродукции // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2024. Матер. XIII Межд. науч.-практ. конф.: г. Саратов - Нижний Новгород: 4-5 апреля 2024 г. / Под науч. ред. О.Б. Сокольской, И.Л. Воротникова, Д.А. Соловьёва. Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГАТУ, 2024. С. 204–2013.
37. Котынова М.Ю., Ханявин А.И., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментный состав хвои декоративных форм и сортов туи западной (*Thuja occidentalis*) в условиях Нижегородской области // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2024. № 2 (62). С. 31–45. DOI: 10.25686/2306-2827.2024.2.31
38. Кудряшов В.С., Петрова Е.С., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Корреляция показателей ризогенеза и пострегенеративного развития черенков туевика поникающего // Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения. Сб. науч. ст. по матер. всерос. (нац.) науч.-практ. конф.: г. Нижней Новгород, 25 ноября 2022 г. / под общ. ред. Н.Н. Бессчетновой. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2022. С. 302–314.

39. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрический анализ в оценке видоспецифичности представителей рода ель (*Picea*) // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6. С. 23–38. DOI: 10.17238/issn0536- 1036.2018.6.23
40. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрическая оценка таксономической близости видов ели (*Picea A. Dietr.*) по пигментному составу хвои // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2018. № 1(37). С. 5–18.
41. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Применение стимулирующей обработки в укоренении черенков ели Коники // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 232. С. 79–91. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.79-91
42. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сезонные изменения пигментного состава хвои представителей рода ель в Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 22–39. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.22-39
43. Локтева А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Биологические особенности представителей рода ель (*Picea A. Dietr.*) в структуре урбоэкосистем // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2023. Матер. XII Межд. науч.-практ. конф., Саратов-Нижний Новгород, 06-07 апреля 2023 г. Саратов-Нижний Новгород: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, Нижегородский государственный агротехнологический университет, 2023. С. 7–21.
44. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: Труды Института экологии растений и животных. Свердловск, 1969. – С. 3–38.
45. Мартынова Н.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Мартынов Р.В. Влияние биологически активных препаратов при стимулировании черенков бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare L.*) // От биопродуктов к биоэкономике. Матер. IV Межрег. Науч.-практ. конф. (с международным участием): 23–24 сентября 2021 г. / под ред. А.Н. Лукьянова. – Барнаул: Изд-во Алтайского университета, 2021. С. 77–81.
46. Паникаров И.И., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Взаимозависимость параметров хвои ели колючей в определении её пылезадерживающей способности // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. XLI, № 6. С. 495–503. DOI: 10.53374/1993-0135-2023-6-495-503
47. Шишкина В.П., Вилков А.С., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментный состав хвои форм и сортов можжевельника в объектах озеленения Нижнего Новгорода // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2025. Матер. XIV Межд. науч.-практ. конф.: г. Саратов - Нижний Новгород, 3-4 апреля 2025 г. / Под науч. ред. О.Б. Сокольской, Д.А. Соловьева, Н.Н.Бессчетновой. Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГАТУ, 2025. С. 250–258.
48. Khramov R.N., Martynova N.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Luponosov Y.N. The effectiveness of agrotexile cover with organic photoluminophore in rooting cuttings of Hungarian lilac (*Syringa josikaea J. Jacq. ex Rchb.*) // BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Sustainable Development of Traditional and Organic Agriculture in the Concept of Green Economy” (SDGE 2021). Section Agrobiotechnology in Crop and Livestock Production. 2022. Volume 42, Article Number 01017. Number of page(s) 7. Pp. 1–7. DOI: 10.1051/bioconf/20224201017
49. Kul'kova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Kentbaev Y.Zh., Kentbaeva B.A. Growth of Schrenk's Spruce (*Picea schrenkiana*) Seedlings Related to the Pre-Sowing Stimulating Seed Treatment // Russian Forestry Journal. 2022. № 4. С. 39–51. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-4-39-51

50. Martynova, N.V., Besschetnova, N.N., Besschetnov, V.P., Martynov, R.V. Effectiveness of stimulating treatment cuttings of privet common (*Ligustrum vulgare* L.) with biologically active preparations // Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions. International Forestry Forum: Voronezh, Russian Federation, 9-10 September 2021, Voronezh, Russian Federation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. (Published online: 10 November 2021). Volume 875. Article number 012081. Pp. 1–8. DOI: 10.1088/1755-1315/875/1/012081

УДК: 631.535 + 635.925 + 631.811.982

ЭФФЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ ПРИ УКОРЕНЕНИИ ЛОХА СЕРЕБРИСТОГО (*ELAEAGNUS COMMUTATA* BERNH. EX RYDB.) В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

¹ Локтева А.В., кандидат сельскохозяйственных наук

¹ Скобеева П.А., магистрант факультета лесного хозяйства

² Есичев А.О., кандидат сельскохозяйственных наук

¹ ФГБОУ ВО Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород, Россия, e-mail: kulkova12@gmail.com

² Министерство лесного хозяйства и охраны объектов животного мира Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия

Реферат: Для успешного тиражирования посадочного материала ценных декоративных древесно-кустарниковых видов, зачастую применяется вегетативный способ размножения, преимущественно – метод зеленого черенкования. С учетом стремительной урбанизации требуется совершенствовать прогрессивные методы получения доброкачественного посадочного материала. В настоящее время, при различных способах размножения растений, часто применяются биологически активные вещества, влияющие на активизацию ростовых процессов. Вместе с тем, весьма актуальным остается вопрос влияния регуляторов роста на успешность укоренения, всхожесть семян, и остаточное последствие препаратов на растения. Представители вида Лох серебристый активно используются в озеленении, однако, в г. Нижнем Новгороде посадочный материал данного вида представлен в весьма ограниченном количестве. В связи с чем, целью исследования выступила оценка способности зеленых черенков лоха серебристого к укоренению в условиях искусственно организованной среды и эффективность влияния регуляторов роста на процесс ризогенеза. В опыте испытаны биологически активные вещества препаратов корневин и гетероауксин, контрольным вариантом выступила вода. Установлено, что черенки лоха серебристого имеют весьма высокий средний показатель укоренения – 81,25 %. Применение биологически активных веществ, при укоренении зеленых черенков данного вида, оказывает неодинаковое влияние на их способность к укоренению и протяженность образовавшейся корневой системы. Наибольший показатель суммарной протяженности корней при обработке черенков регуляторами роста зафиксирован в варианте опыта с применением препарата гетероауксин – $33,16 \pm 7,22$ см. В контрольном варианте опыта данный показатель в 1,73 раза меньше – $19,15 \pm 2,99$ см. В то же время, препарат корневин оказал ингибирующее действие, протяженность корней в данном варианте опыта – $17,94 \pm 3,44$ см.

Ключевые слова: вегетативное размножение, зеленое черенкование, лох серебристый, регуляторы роста растений, укореняемость черенков, ризогенез.

Введение. По мере обострения экологических проблем в городах и населенных пунктах, связанных с загрязнением воздуха, почвы и водоемов,

возрастанием уровня шума, ухудшением микроклимата и условий проживания населения, возрастает роль зеленых насаждений в улучшении городской среды, благоустройстве и озеленении населенных мест. Важное значение зеленых насаждений в оптимизации экологических условий городов и населенных пунктов доказано наукой и мировой практикой [1, 2]. Особое значение приобретает введение быстрорастущих, долговечных и декоративных растений, которые могут разнообразить виды, применяемые в озеленении и лесопарковом хозяйстве. Несмотря на это, разнообразие древесных пород в современных городах ограничено местными видами и традиционно используемыми интродукциями. Это связано с трудностями выращивания посадочного материала, отчасти обусловленными недостаточной информацией о факторах, влияющих на способность черенков к укоренению. Важной задачей остается разработка методов тиражирования ценных древесно-кустарниковых видов, особенно вегетативного размножения, позволяющего сохранять декоративные качества материнского растения [3, 4, 5]. Существующие методы не всегда обеспечивают нужный результат, поэтому важно продолжать совершенствование широко применяемых подходов к размножению [6, 7, 8]. Черенкование по сравнению с другими методами имеет ряд преимуществ, но и некоторые трудности, возникающие при укоренении черенков и выращивании черенковых саженцев.

Лох серебристый (*Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb.), перспективный вид для создания зелёных насаждений. Его уникальные характеристики, такие как неприхотливость и долговечность, делают его привлекательным для озеленения городских и сельских территорий. Этот представитель семейства Лоховые (*Elaeagnaceae* Adans.) обладает рядом преимуществ, делающих его подходящим для озеленения: он устойчив к морозам, хорошо переносит стрижку и нетребователен к почве. Кроме того, лох серебристый является отличным медоносом, а его плоды пригодны для употребления в пищу [9].

Недостаток посадочного материала ограничивает использование данного вида в хозяйстве. Необходимо разработать более эффективные способы массового воспроизводства посадочного материала, с применением современных технологий питомниководства [10, 11, 12].

Целью исследований является оценка эффективности биологически активных препаратов при вегетативном размножении лоха серебристого (*Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb.) в условиях закрытого грунта на территории г. Нижнего Новгорода.

Материал и методы исследования. Объектом исследования послужили зеленые стеблевые черенки лоха серебристого (*Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb.). Предметом исследования явилась способность черенков данного вида образовывать придаточные корни в процессе укоренения после предварительной обработки регуляторами роста. В качестве регуляторов роста использовались биологически активные вещества препаратов корневин (индолил-3-масляная кислота) и гетероауксин (β -индолилуксусная кислота). Для установки черенков были приготовлены рабочие растворы испытываемых регуляторов роста: корневин – 0,1%, гетероауксин – 0,002%. В качестве контрольного варианта использовалась вода. Экспозиция составила 24 часа. В качестве субстрата был использован крупнозернистый речной песок. Укоренение проводилось в летнем неотапливаемом вегетативном сооружении, покрытом полиэтиленовой пленкой плотностью 120 мкм. Парник был оборудован оросительной системой с мелкодисперсным распылением воды. Опыт проводился на территории опытного декоративного питомника кафедры «Лесные культуры» ФГБОУ ВО Нижегородского ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева. Наблюдения проводились через три месяца (26.09.2024 г.), после установки черенков на укоренение – 23.07.2024 г.

Образовавшаяся корневая система черенка измерялась сантиметровой линейкой после извлечения из субстрата (рис. 1). Точность измерения 1,0 мм.



Рисунок 1 – Укоренившиеся черенки Лоха серебристого (*Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb.), по вариантам опыта: а – гетероауксин, б – контроль, в – корневин

Результаты исследования и их обсуждение. В рамках проведенного исследования по выявлению регенерационной способности лоха серебристого (*Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb.) дана оценка суммарной протяженности корней у черенков (рис. 2).

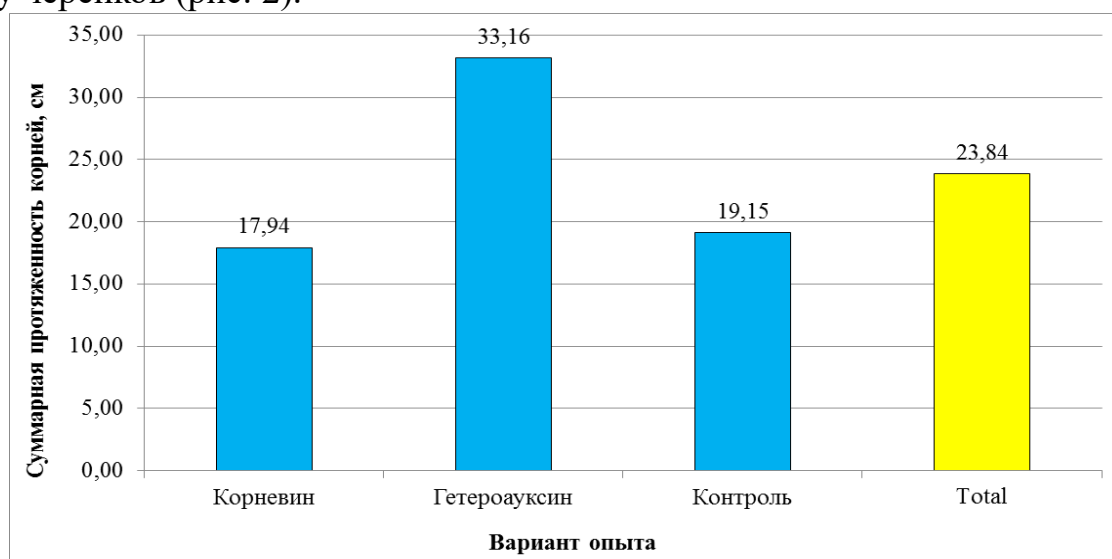


Рисунок 2 – Средняя суммарная протяженность корневой системы черенков Лоха серебристого (*Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb.)

Лучший результат по показателю средней суммарной протяженности корней зафиксирован после обработки черенков препаратом гетероауксин, по сравнению с остальными вариантами опыта (средняя суммарная протяженность корней $33,16 \pm 7,22$ см), что в 1,73 раза больше корневина (наименьшего варианта опыта) – $17,94 \pm 3,44$ см. В контрольном варианте опыта данный показатель составил – $19,15 \pm 2,99$ см.

Отмеченные различия между сравниваемыми образцами проявились на выровненном фоне условий местопроизрастания (почва, климат, режимы содержания, агротехника создания и выращивания), что дало основание признать различия обусловленными влиянием применяемых в опыте регуляторов роста. Подтверждение этому было получено в ходе выполнения однофакторного дисперсионного анализа по показателям регенерационной способности черенков. Проведенный дисперсионный анализ укорененных черенков на конец вегетационного периода показал результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Существенность различий по признаку «Суммарная длина корней» между черенками *Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb.

Признак	Критерий Фишера (F)	Доля влияния фактора ($h^2 \pm s_h^2$)		Критерии различий
		по Плехинскому	по Снедекору	

	$F_{05/01}$	$F_{оп}$	h^2	$\pm s_h^2$	F_h^2	h^2	$\pm s_h^2$	F_h^2	HCP_{05}	D_{05}
Суммарная длина корней	3,13/4,92	5,75	0,1330	0,0231	5,75	0,1554	0,0225	6,90	10,086	12,173

¹Показатели: $F_{05/01}$ – табличный критерий Фишера; $F_{оп}$ – расчетный критерий Фишера; h^2 – доля влияния фактора; $\pm s_h^2$ – ошибка доли влияния фактора; F_h^2 – критерий достоверности влияния фактора; HCP_{05} – наименьшая существенная разность; D_{05} – критерий Тьюки.

Однофакторный дисперсионный анализ позволил выявить различия по данному признаку. Величина опытного значения критерия Фишера по показателю «Суммарная длина корней» $F_{оп} = 5,75 > F_{05/01}$ - оказалась выше табличных значений как на одно процентном, так и пяти процентном уровне значимости. Полученный на этом этапе дисперсионного анализа результат засвидетельствовал факт наличия существенных различий между сравниваемыми группировками комплекса по анализируемому признаку, позволил отвергнуть нулевую гипотезу и продолжить его в части вычисления оценок доли влияния организованного фактора, в нашем случае различий между действием регуляторов роста, на формирование общего фона дисперсии. В расчетах по алгоритму Плохинского эффект, вызванный влиянием указанного фактора, по показателю «Суммарная длина корней» составил $13,30 \pm 2,31$ % при подтвержденной достоверности его оценки ($F_h^2 = 5,75$). Привлечение для тех же целей алгоритма Снедекора дало сопоставимый, и даже несколько более высокий, результат: $15,54 \pm 2,25$ % при $F_h^2 = 6,90$. Данный показатель принято считать коэффициентом наследуемости в широком смысле.

Критерии различий (HCP_{05} и D_{05}) позволили определить, что между исследуемыми образцами различия достигли уровня существенных.

Дана оценка успешности укоренения черенков лоха серебристого (*Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb.) в процентном соотношении, по вариантам опыта (рис. 3).

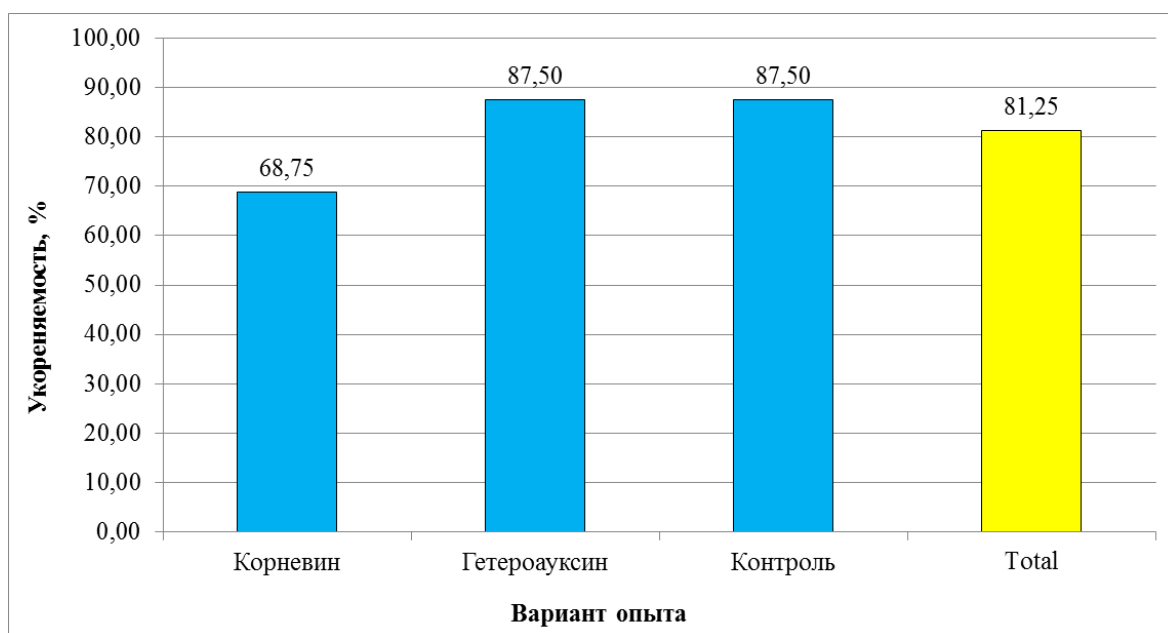


Рисунок 3 – Укореняемость черенков лоха серебристого (*Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb.)

Установлено, что лох серебристый (*Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb.) имел обобщенное среднее значение укорененных черенков в данном опыте – 81,25 %. Наибольшее значение показателя зафиксировано с применением препарата гетероауксин – 87,50 % и в контрольном варианте опыта (вода) – 87,50 %, что в 1,72 раза лучше варианта с применением корневина – 68,75 %.

Выводы. 1. Выявлена способность *Elaeagnus commutata* Bernh. ex Rydb. к размножению зелеными черенками, в условиях искусственно-организованной среды. Обобщенный средний показатель укореняемости черенков по данному опыту составил 81,25 %.

2. Наибольший показатель суммарной протяженности корней при обработке черенков регуляторами роста зафиксирован в варианте опыта с применением препарата гетероауксин – $33,16 \pm 7,22$ см. Применяемая в опыте концентрация препарата корневин и экспозиция опыта оказали негативное (ингибирующее) влияние на регенерационную способность черенков лоха серебристого.

Литература

1. Коммонер, Б. Замыкающийся круг: Природа, человек, технология / Б. Коммонер. Перевод с английского / [Послесловие академика Е. К. Федорова, с. 248-278]. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1974. – 279 с.
2. Ляховенко, О.И. Основные экологические проблемы российских городов и стратегия их разрешения / О.И. Ляховенко, Д.И. Чулков // Русская политология - Russian political science. – 2017. – № 3 (4). – С. 21 – 26.
3. Котынова, М. Ю. Укоренение черенков декоративных форм туи западной (*Thúja Occidentális* L.) в теплицах / М. Ю. Котынова, В. П. Бессчетнов, Н. Н. Бессчетнова //

Актуальные проблемы развития лесного комплекса : Материалы XVIII Международной научно-технической конференции, Вологда, 01 декабря 2020 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. – С. 147-149.

4. Кулькова, А. В. Применение стимулирующей обработки в укоренении черенков ели Коники / А. В. Кулькова, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2020. – № 232. – С. 79-91. – DOI 10.21266/2079-4304.2020.232.79-91.

5. Локтева, А. В. Укореняемость черенков представителей рода гортензия (*Hydrangea* L.) в экологических условиях Нижегородского Поволжья / А. В. Локтева, Д. И. Локтев // Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета. – 2023. – № 3(39). – С. 20-26.

6. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Лукьянова Н.А., Локтева А.В. // Стимулирующий эффект применения биологически активных препаратов в укоренении черенков представителей семейства Барбарисовые (*Berberidaceae* Juss.) / Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики - 2024 : Материалы XIII Международной научно-практической конференции, Саратов-Нижний Новгород, 04–05 апреля 2024 года. – Саратов-Нижний Новгород: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Нижегородский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 263-271.

7. Кулькова, А. В. Зависимость процессов регенерации от физиологического состояния побегов на примере *Picea pungens* Engelm., *F. Glausa* в условиях интродукции в Нижегородскую область / А. В. Кулькова // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3(35). – С. 33-42.

8. Миронова, А. Ю. Регенерационная способность черенков декоративных форм и сортов пузыреплодника калинолистного при интродукции в Нижегородскую область / А. Ю. Миронова, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов // Хвойные бореальной зоны. – 2024. – Т. 42, № 4. – С. 62-74. – DOI 10.53374/1993-0135-2024-4-62-74.

9. Дубровский Н.Г., Донгак А.Д.О., Чооду Б.Б.М. Морфо-биологические особенности Лоха серебристого (*Elaeagnus argentea*) и его роль в озеленении города Кызыла / Вестник Тувинского государственного университета. №2 Естественные и сельскохозяйственные науки, 2019. №2 (41). – С. 21-29.

10. Бессчетнова, Н. Н. Влияние модифицированного фотолуминофором агротекстиля спанбонд на укоренение черенков туи западной (*Thuja occidentalis* L.) / Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, Р. Н. Храмов // Лесной вестник. *Forestry Bulletin*. – 2024. – Т. 28, № 2. – С. 17-26. – DOI 10.18698/2542-1468-2024-2-17-26.

11. Вышегородцев, А. В. Эффективность субстратов в укоренении черенков тиса (*Taxus* L.) при интродукции в Нижегородскую область / А. В. Вышегородцев, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2022. – № 4(56). – С. 32-46. – DOI 10.25686/2306-2827.2022.4.32.

12. Бессчетнова Н.Н. Синтетические укрытия вегетационных сооружений с интегрированным фотолуминофором в укоренении черенков туи западной / Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, Р. Н. Храмов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2024. – № 2(398). – С. 29-48. – DOI 10.37482/0536-1036-2024-2-29-48.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ СПИРЕИ ЯПОНСКОЙ (*SPIRAEA JAPONICA* L.F.) В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА НА ТЕРРИТОРИИ Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА

¹Локтева А.В., кандидат сельскохозяйственных наук

¹Фортулатова К.Р. магистрант факультета лесного хозяйства

²Есичев А.О., кандидат сельскохозяйственных наук

¹ФГБОУ ВО Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева, Нижний Новгород, Россия, e-mail: kulkova12@gmail.com

²Министерство лесного хозяйства и охраны объектов животного мира Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия

Реферат. 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. Спирея (*Spiraea* L.) – род кустарников семейства розовых, широко распространённых в умеренных и субтропических зонах. Одним из популярных декоративных сортов спиреи японской является «Golden Princess», отличающийся компактными размерами, обильным цветением и устойчивостью к неблагоприятным условиям окружающей среды. В последние годы наблюдается растущий интерес к использованию спиреи в ландшафтном дизайне, что связано с ее декоративными качествами и низкими требованиями к уходу. Однако, успешное размножение спиреи, как и многих других декоративных растений, во многом зависит от укореняемости черенков. Этот процесс может быть существенно управляемым в зависимости от экологических условий, таких как температура, влажность, состав почвы и наличие питательных веществ. В связи с чем, целью исследования выступила оценка способности *Spiraea japonica* L.f «Golden Princess» к укоренению в условиях искусственно организованной среды и влияние регуляторов роста на процесс ризогенеза. В опыте по укоренению применены рабочие растворы препаратов гетероауксин и корневин. Удалось установить, что показатель суммарной протяженности корней при обработке черенков гетероауксином продемонстрировал лучший результат, по сравнению с обработкой корневином – в 1,48 раз. Также, последствие гетероауксина отразилось на регенерационной способности черенков средняя суммарная длина приростов – $0,49 \pm 0,11$ см, в варианте с применением корневина – $0,46 \pm 0,08$ см.

Ключевые слова: спирея японская, вегетативное размножение, зеленое черенкование, регуляторы роста растений, укореняемость черенков, ризогенез.

Введение. Важную роль в оптимизации санитарного и эстетического состояния городской среды играют деревья и кустарники из числа интродуцентов. Озеленение урбанизированных территорий требует большого количества разнообразного посадочного материала деревьев и кустарников, которые, кроме всего прочего сохранили ценные декоративные свойства родительских форм [1, 9, 11].

Активный рост и развитие городов, строительство новых жилых комплексов вызывает необходимость их озеленения, что соответственно приводит к потребности выращивания посадочного материала широкого ассортимента декоративных растений [1, 3, 5, 9, 10, 11, 12].

Большинство насаждений Нижегородской области представлено ограниченным набором видов древесных и кустарниковых пород. В ассортимент посадочного материала для населенных пунктов необходимо внедрять виды с широким потенциалом адаптивности к абиотическим и биотическим факторам, к техногенным загрязнениям, при этом способных оздоравливать окружающую среду. Именно для этих целей стало возможным использовать интродуцированные растения.

Род Спирея включает в себя большое количество разнообразных видов и сортов декоративных кустарников. Благодаря своей неприхотливости, они являются ценным инструментом в озеленении. Выбор подходящих сортов спиреи с учетом специфики городской среды позволит создать устойчивые и эстетически привлекательные ландшафты, способные выдерживать негативное воздействие антропогенных факторов.

Размножение ценных декоративных сортов представляет собой важную область исследований для ученых разных стран, поскольку позволяет сохранить и приумножить уникальные характеристики этих растений, а также расширить возможности их использования в ландшафтном дизайне и озеленении. Изучение методов размножения, позволяет оптимизировать процесс получения качественного посадочного материала и обеспечить доступность ценных сортов для широкого круга потребителей.

Известно, что для получения корнесобственных растений применяют активаторы регенерационной способности [2, 3, 4, 5, 10, 12, 13]. Использование физиологически активных веществ, для регулирования роста растений обусловлено широким спектром их действия на культуры, возможностью избирательно регулировать отдельные этапы развития с целью выявления потенциальных возможностей растительного организма, и, следовательно, для повышения качества выращиваемой продукции [1, 6, 7, 8, 9]. Перспективы ускоренного размножения декоративных видов и производства высококачественного посадочного материала, для использования в озеленении городской среды, открывает метод зеленого черенкования, который позволяет сократить сроки выращивания и сохранить сортовые признаки декоративных растений.

Научная новизна. Впервые для региона получены новые сведения о эффективности и интенсивности корнеобразования у черенков спиреи японской сорт «Голден Принцесс» (*Spirea japonica* L.f «Golden Princess») в условиях закрытого грунта с применением регуляторов роста. Впервые для региона получена сравнительная оценка использования различных регуляторов роста для обработки черенков *Spirea japonica* L.f «Golden Princess». Дан ответ о целесообразности использования того или иного препарата.

Целью данной работы является сравнительная оценка эффективности применения регуляторов роста для укоренения черенков *Spirea japonica* L.f «Golden Princess» в условиях Нижегородского Поволжья.

Условия, материалы и методы. Объектом исследования явились черенки Спиреи японской «Голден Принцесс» (*Spirea japonica* L.f «Golden Princess»). Предметом исследования выступала оценка эффективности укоренения черенков Спиреи японской «Голден Принцесс» (*Spirea japonica* L.f «Golden Princess») после обработки регуляторами роста. Методологию работы сформировали важнейшие организационные требования к опыту (типичности, пригодности, целесообразности, надежности), а также принцип единственного логического различия [7,8].

В качестве регуляторов роста испытаны растворы следующих препаратов: – корневин (индолил-3-масляная кислота) в концентрации 0,01%, гетероауксин (β -индолилуксусная кислота) в концентрации 0,02%. Экспозиция опыта - 24 часа.

Установка зелёных черенков на укоренение производилась 23 июля 2024 года парник, покрытый полиэтиленовой плёнкой плотностью 120 мкм, оснащенный автоматизированной системой мелкодисперсного полива. Субстратом служил крупнозернистый речной песок. Исследования проводили на территории ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева». Полученные в результате укоренения растения подвергались учету по следующим признакам: высота черенка (см), диаметр корневой шейки (мм), суммарная длина корней (см), сумма боковых приростов (см). Измерения проводились 28 сентября 2024 года (рис. 1). Учёт линейных параметров надземной части сеянцев проводили сантиметровой линейкой и электронным штангенциркулем «FinePower DCO220». Точность измерения 0,1 мм.



а

б

Рисунок 1 - Учёт линейных параметров черенков *Spirea japonica* L.f «Golden Princess», по вариантам опыта: а - гетероауксин, б - корневин

Результаты и обсуждение. Дана оценка средней суммарной протяженности корневой системы у черенков *Spirea japonica* L.f «Golden Princess» при укоренении с обработкой регуляторами роста (рис. 2).

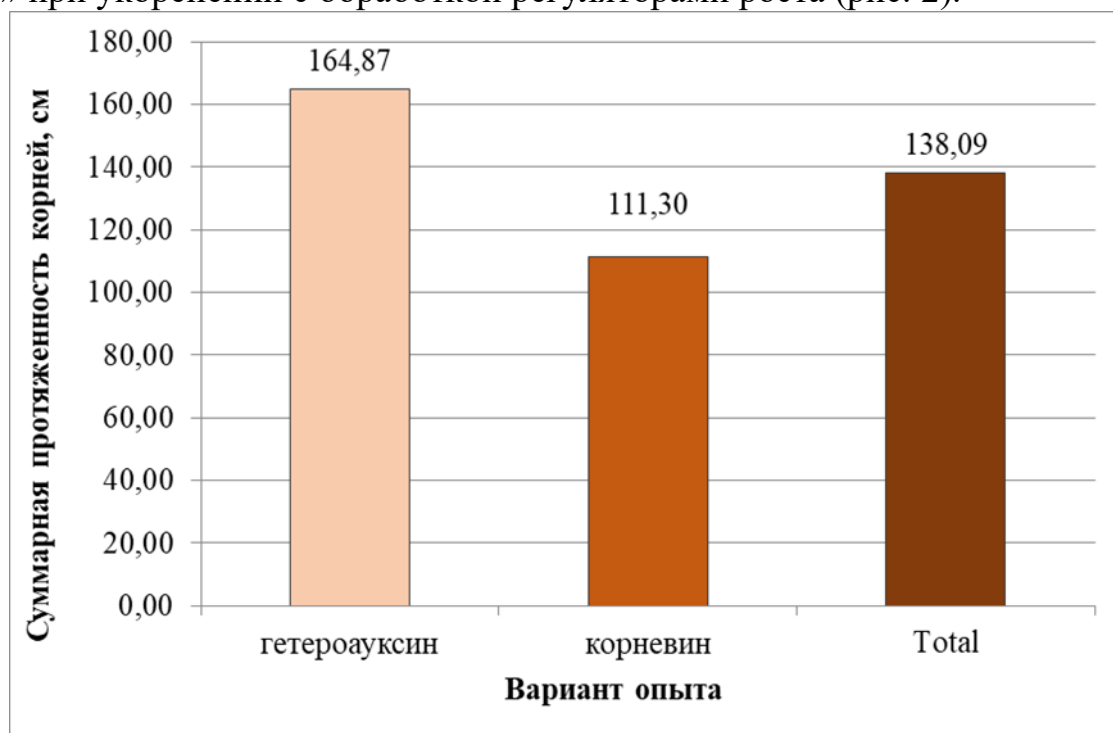


Рисунок 2 - Средняя суммарная протяженность корневой системы *Spirea japonica* L.f «Golden Princess», по вариантам опыта

Показатель суммарной протяженности корней при обработке черенков гетероауксином продемонстрировал лучший результат, по сравнению с обработкой корневином - в 1,48 раз. Средняя суммарная протяженность корней при обработке гетероауксином - $164,87 \pm 16,86$ см, а при обработке корневином – $111,3 \pm 13,57$ см.

Однофакторный дисперсионный анализ позволил выявить различия по величине суммарной длины корней (табл. 1). Величина опытного значения критерия Фишера $F_x = 6,13 > F_{05}$ оказалась выше табличных значений на 5-процентном уровне значимости, но не является значимым на 1 процентном уровне ($F_x = 6,13 > F_{01} = 7,31$).

Таблица 1 - Существенность различий между средней суммарной протяженностью корневой системы черенков *Spirea japonica* L.f «Golden Princess»

Признак	Критерий Фишера (F)		Доля влияния фактора ($h^2 \pm s_h^2$)						Критерии различий	
			по Плохинскому			по Снедекору				
	F _{05/01}	F _{оп}	h ²	± s _h ²	F _h ²	h ²	± s _h ²	F _h ²	НСР ₀₅	D ₀₅
Влияние применяемых препаратов										
Суммарная длина корней	4,08/7,31	6,13	0,1328	0,0217	6,1264	0,1962	0,0201	9,7645	43,744	275,479

Примечания: $F_{05/01}$ – табличный критерия Фишера; $F_{оп}$ – расчетный критерий Фишера; h^2 – доля влияния фактора; $\pm s_h^2$ – ошибка доли влияния фактора; F_h^2 – критерий достоверности влияния фактора; $НСР_{05}$ – наименьшая существенная разность; D_{05} – критерий Тьюки.

Сила влияния фактора – влияние разных стимуляторов оказалась достоверной. В расчетах по алгоритму Плохинского эффект, вызванный влиянием указанного фактора, по показателю «Суммарная длина корней» составил $13,28 \pm 2,17$ % при подтвержденной достоверности его оценки ($F_h^2 = 6,13$). Привлечение для тех же целей алгоритма Снедекора дало сопоставимый, и даже несколько более высокий, результат: $19,62 \pm 2,01$ % при $F_h^2 = 9,76$.

Критерии существенности различий ($НСР_{05}$ и D_{05}) указывают на уровень разности в значениях средних величин рассматриваемого признака, преодолев который различия между сравниваемыми стимуляторами будут признаны существенными.

Следует отметить, результаты исследований продемонстрировали высокую эффективность препаратов корневин и гетероауксин в стимуляции ризогенеза, что выразилось в 100 % укореняемости черенков (рис. 2).

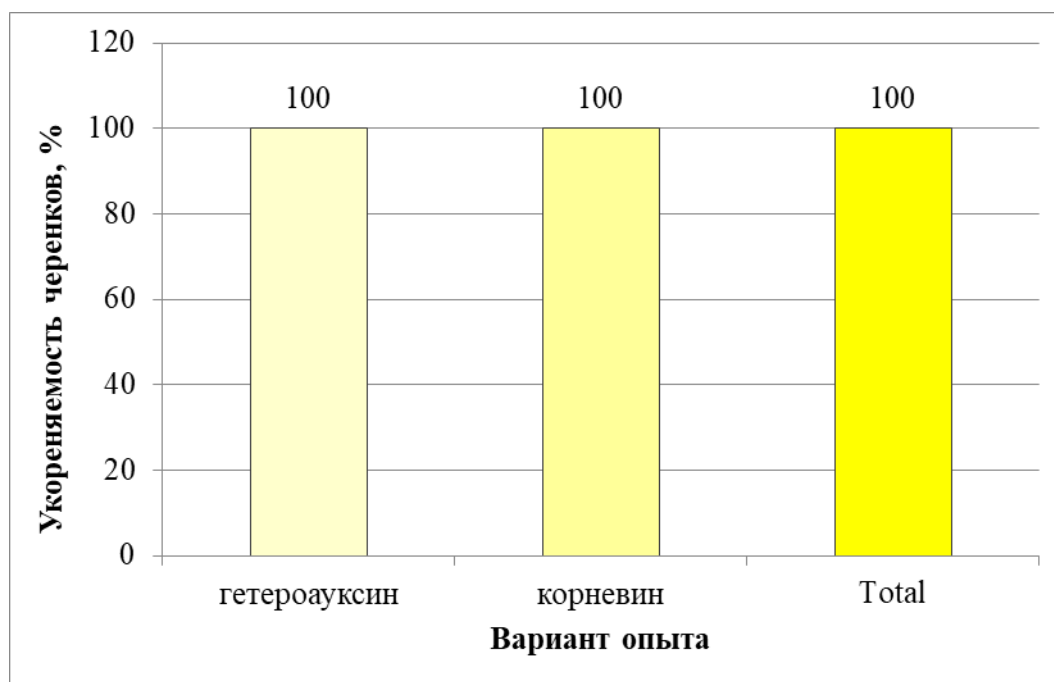


Рисунок 4.4 – Укореняемость черенков *Spirea japonica* L.f «Golden Princess» в процентном соотношении, по вариантам опыта

Проведена оценка показателя среднего суммарного прироста черенков, включающего верхушечные и боковые побеги (см. рис. 4.5).

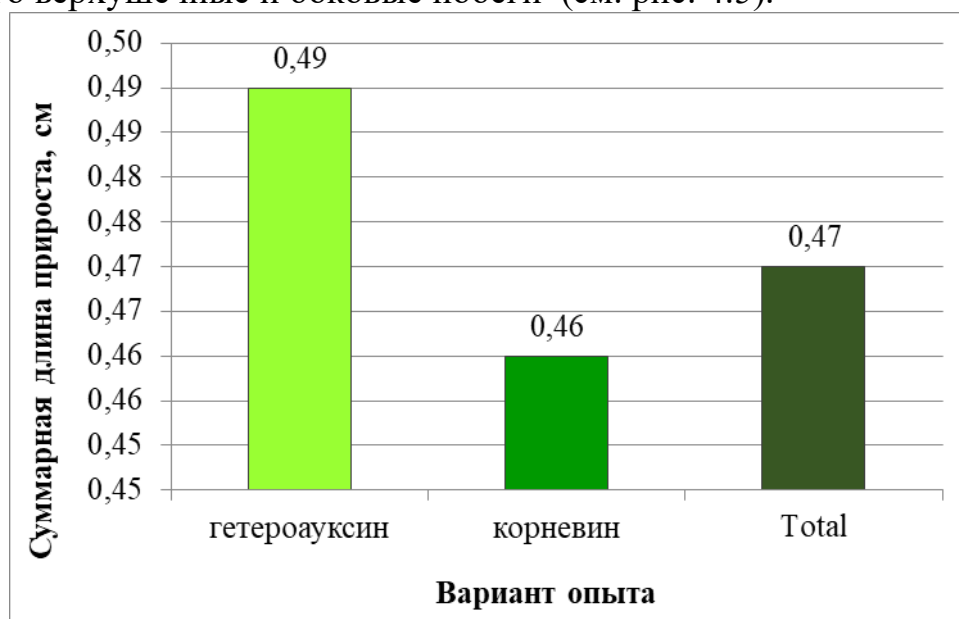


Рисунок 4.5 – Средний суммарный прирост черенков, включающий верхушечные и боковые побеги *Spirea japonica* L.f «Golden Princess», по вариантам опыта

Последствие стимулирующего препарата отразилось на регенерационной способности черенков – на росте верхушечных и боковых

побегов. В варианте опыта с укоренением после обработки гетероауксином средняя суммарная длина прироста - $0,49 \pm 0,11$ см, в варианте с применением корневины - $0,46 \pm 0,08$ см.

Выводы.

1. Выявлена способность *Spirea japonica* L.f «Golden Princess» к размножению однолетними черенками, в условиях г. Нижнего Новгорода. Показатель средней по опыту укореняемости черенков зафиксирован на высоком уровне – 100 %.

2. Показатель суммарной протяженности корней при обработке черенков препаратом «Гетероауксин» продемонстрировал лучший результат, по сравнению с обработкой корневином - в 1,48 раз. Средняя суммарная протяженность корней при обработке гетероауксином - $164,87 \pm 16,86$, а при обработке корневином – $111,3 \pm 13,57$.

3. Препарат «Гетероауксин», используемый в качестве регулятора роста, оказал наиболее выраженное положительное влияние на пострегенерационное развитие черенков *Spirea japonica* L.f «Golden Princess» - черенки преобладают в протяженности корневой системы и в образовании боковых побегов.

Литература

1. Бессчетнов, В.П. Стимулирующий эффект применения биологически активных препаратов в укоренении черенков представителей семейства Барбарисовые (Berberidaceae Juss.) / В. П. Бессчетнов, Н. Н. Бессчетнова, Н. А. Лукьянова, А. В. Локтева // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики - 2024 : Материалы XIII Международной научно-практической конференции, Саратов-Нижний Новгород, 04–05 апреля 2024 года. – Саратов-Нижний Новгород: Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, Нижегородский государственный агротехнологический университет, 2024. – С. 263-271.

2. Бессчетнова Н.Н. Синтетические укрытия вегетационных сооружений с интегрированным фотолуминофором в укоренении черенков туи западной / Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, Р. Н. Храмов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2024. – № 2(398). – С. 29-48. – DOI 10.37482/0536-1036-2024-2-29-48.

3. Бессчетнова, Н. Н. Влияние модифицированного фотолуминофором агротекстиля спанбонд на укоренение черенков туи западной (*Thuja occidentalis* L.) / Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, Р. Н. Храмов // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2024. – Т. 28, № 2. – С. 17-26. – DOI 10.18698/2542-1468-2024-2-17-26.

4. Вышегородцев, А. В. Эффективность субстратов в укоренении черенков тиса (*Taxus* L.) при интродукции в Нижегородскую область / А. В. Вышегородцев, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2022. – № 4(56). – С. 32-46. – DOI 10.25686/2306-2827.2022.4.32.

5. Кулькова, А. В. Зависимость процессов регенерации от физиологического состояния побегов на примере *Picea pungens* Engelm., *F. Glauca* в условиях интродукции в Нижегородскую область / А. В. Кулькова // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 3(35). – С. 33-42.
6. Кулькова, А. В. Применение биопрепаратов для повышения укореняемости черенков магонии падуболистной / А. В. Кулькова, Н. А. Секерина // Социально-экономические аспекты развития сельских территорий : Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической интернет-конференции, посвященной 60-летию экономического факультета, Нижний Новгород, 03 декабря 2020 года. – Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2021. – С. 163-166.
7. Кулькова, А. В. Применение стимулирующей обработки в укоренении черенков ели Коники / А. В. Кулькова, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2020. – № 232. – С. 79-91. – DOI 10.21266/2079-4304.2020.232.79-91.
8. Кулькова, А. В. Эффективность стимулирующей обработки черенков ели Коники (*Picea glauca*) биологически активными препаратами / А. В. Кулькова // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 4(28). – С. 10-19.
9. Локтева, А. В. Стимулирующий эффект применения биологически активных препаратов в укоренении черенков дерена белого (*Cornus alba* L.) в условиях закрытого грунта / А. В. Локтева, А. А. Лебедева, А. О. Есичев // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития : Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической онлайн конференции с международным участием, Нижний Новгород, 18 декабря 2024 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, 2025. – С. 334-342.
10. Локтева, А. В. Технология клонирования туефика поникающего в сезонных вегетационных сооружениях / А. В. Локтева, В. С. Кудряшов, Е. С. Петрова // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4(36). – С. 36-47.
11. Локтева, А. В. Укореняемость черенков представителей рода гортензия (*Hydrangea* L.) в экологических условиях Нижегородского Поволжья / А. В. Локтева, Д. И. Локтев // Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета. – 2023. – № 3(39). – С. 20-26.
12. Мартынова, Н. В. Эффективность укрытий с применением светотрансформирующего органического фотолуминофора при клонировании черенков древесных видов / Н. В. Мартынова // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2025. – № 253. – С. 79-99. – DOI 10.21266/2079-4304.2025.253.79-33.
13. Мартынова, Н. В. Эффективность укрытий содержащих фотолуминофор при укоренении черенков форзиции промежуточной (*Forsythia × intermedia* Zabel) / Н. В. Мартынова // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития : Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической онлайн конференции с международным участием, Нижний Новгород, 18 декабря 2024 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева, 2025. – С. 369-382.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛОДОВ СОРТОВ ГОЛУБИКИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*VACCINIUM ULIGINOSUM* L.)

Т. В. Мариничева, Н. Н. Бессчетнова

ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева»

Введение. Род вакциниум (*Vaccinium* L.) семейства Вересковые (*Ericaceae* Juss.) представлен достаточно широким перечнем видов, многие из которых распространены в Северном полушарии, а часть из них на территории России и Нижегородской области. В лесах региона произрастает голубика обыкновенная (*Vaccinium uliginosum* L.) – это листопадный кустарник, в естественных ягодниках существенно уступает по запасам чернике и бруснике, то есть не имеет товарного значения. В культуре большую популярность получили ягоды разных сортов и других видов голубики – голубики высокой (*Vaccinium corymbosum* L.), естественно распространенной в Северной Америке и голубики узколистной (*Vaccinium angustifolium* Aiton), которая имеет естественный ареал в восточной и центральной Канаде и на северо-востоке США. Популярность культура получила благодаря вкусовым качествам, полезным свойствам, внешнему виду и активной популяризации (Ван и др., 2015; Галкина и др., 2024). Кустарник кроме пищевой ценности привлекает ландшафтных дизайнеров своим габитусом, окраской листьев, длительно сохраняющихся в осенний период, и декоративностью плодов.

Цель исследований — выявить особенности морфометрических параметров плодов сортов, полученных селекцией разных видов голубики.

Объекты, условия и методы. Объектом исследований явились сорта: голубики высокой – ‘Northland’, ‘Brigitta Blue’ и ‘Spartan’; голубики топяной (г. обыкновенной) – ‘North Country’; голубики узколистной – ‘Northblue’. Исследуемые растения входят в дендрологическую коллекцию Нижегородского ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева. Все растения голубики расположены на одном участке, в одинаковых условиях существования (почвы, освещенность, уход),

то есть при оценках использован принцип единственного логического различия. Это позволило считать единственным организованным фактором, порождающим различия – сортовая принадлежность. Плоды заготавливали в период их полного созревания (с 04.08.2023 по 22.08.2023). Сбору подлежали типичные плоды без признаков поражения внешними биотическими и абиотическими факторами, с участков кроны, где они достигали оптимума развития (к 22.08.2023).

Характеристики морфометрических показателей плодов сортов разных видов голубики представлены на рисунках 1 – 4.

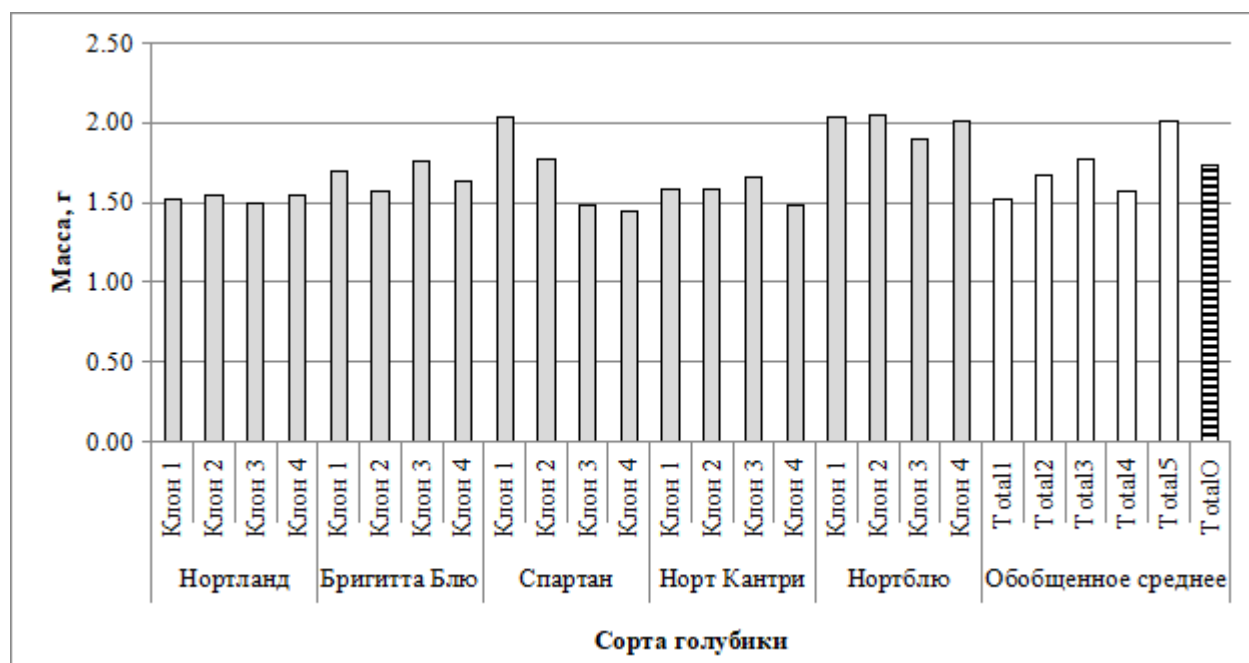


Рисунок 1. – Средние значения массы плодов сортов разных видов голубики в условиях г. Нижнего Новгорода

На рисунке 1 видно, что наиболее высокую массу имели плоды сорта ‘Northblue’ – среднее значение по сорту составило $2,01 \pm 0,036$ г, наименьшей средней массой плода в целом по сорту характеризовался сорт – ‘Northland’ ($1,52 \pm 0,033$ г). Максимальное значение по исследованным сортам превысило минимум в 1,32 раза или на 0,49 г. Ниже обобщенного среднего для массы в

границах комплекса (1,74 г) имели показатели признака сорта голубики высокой ‘Northland’, ‘Brigitta Blue’ и сорт голубики обыкновенной – ‘North Country’.

При анализе показателей диаметра плодов наибольшее среднее значение по сорту оказалось у сорта ‘Northblue’ (11,38 мм), наименьшее – у сорта ‘North Country’ (9,91 мм).

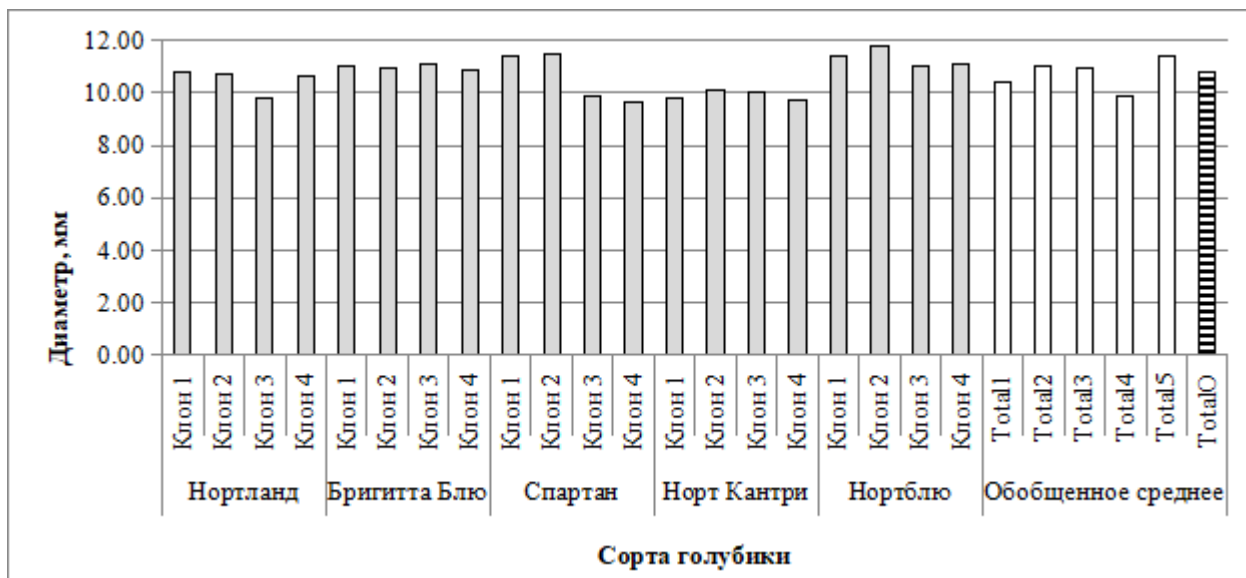


Рисунок 2. – Средние значения диаметра плодов сортов разных видов голубики в условиях г. Нижнего Новгорода

Максимальное значение по комплексу сортов оказалось в 1,15 раза или на 1,47 мм больше. Сорта ‘Northland’ и ‘North Country’ показали среднее значение плодов менее обобщенного среднего по комплексу.

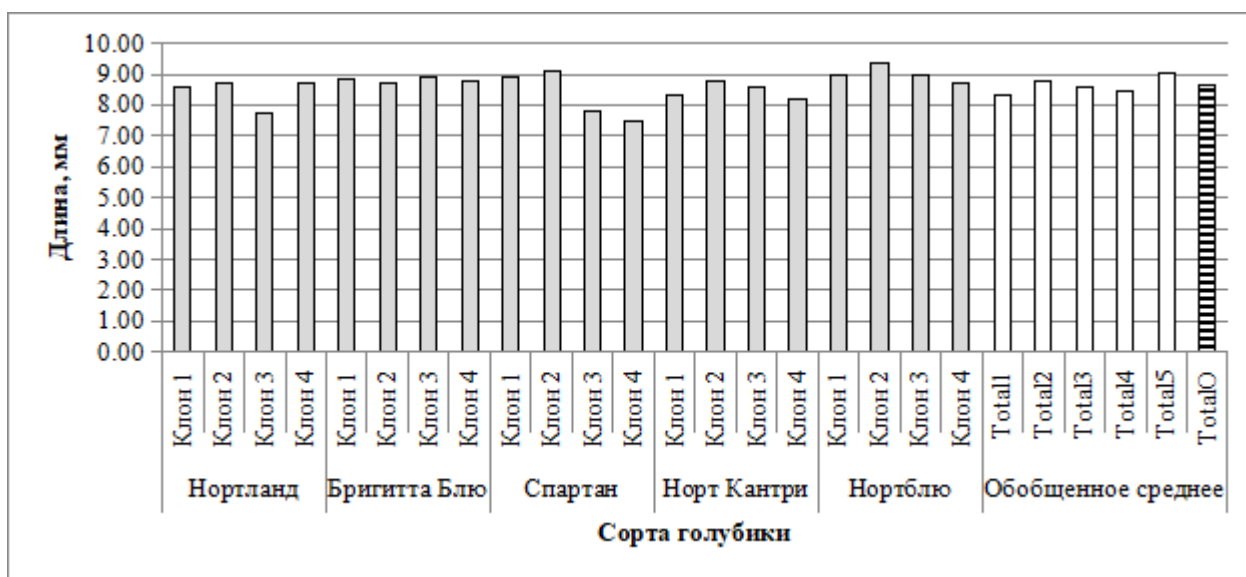


Рисунок 3. – Средние значения длины плодов сортов разных видов голубики в условиях г. Нижнего Новгорода

Среднее значение плодов по сортам и клонам в перпендикулярном диаметру направлении (длина плодов) представлены на рисунке 3: максимальное значение принадлежит сорту ‘Northblue’ (9,03 мм) и ‘Brigitta Blue’ (8,80 мм), эти 2 сорта имели показатели средних выше обобщенного для всего комплекса. Более низкие значения и близкие между собой имели оставшиеся сорта.

Форма плодов описывалась как отношение двух линейных параметров друг к другу (длины к диаметру) и представлен на рисунке 4.

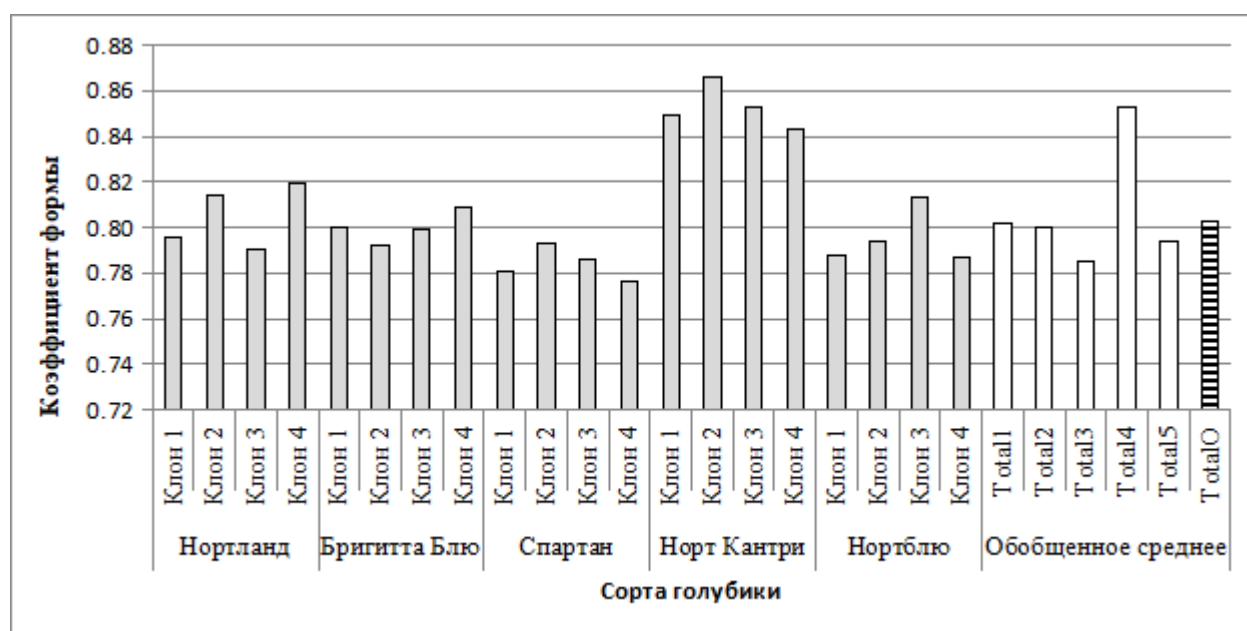


Рисунок 4. – Средние значения коэффициента формы плодов сортов разных видов голубики в условиях г. Нижнего Новгорода

Форма плодов исследуемых сортов голубики была неодинаковой. Наиболее выделяется сорт ‘North Country’. У этого сорта отношение длины к диаметру было наиболее высоким – 0,85. Минимальным коэффициентом формы характеризовался сорт ‘Spartan’ – 0,79. Чем ниже был коэффициент формы, тем более дискообразную форму имели плоды сорта.

Наиболее стабильным признаком оказался коэффициент формы – очень низкий уровень изменчивости по шкале Мамаева как по сортам и клонам, так и

по обобщенному массиву в целом. Это свидетельствует о корректности выборки по модельным растениям и высокой идентификационной значимости признака. Наиболее вариабельным показателем характеризовалась масса плодов, что соответствует общим представлениям вариации линейных признаков и признаков массы у биологических объектов. Уровень изменчивости по обобщенному массиву составил 21,73 % – средний уровень изменчивости по шкале Мамаева. По сортам он был несколько ниже. Самым стабильным по этому признаку был сорт ‘Northland’ (16,75 %). Однако в соответствии с подразделением на категории шкалы Мамаева все сорта по изменчивости массы относились к среднему уровню изменчивости. Вместе с тем на уровне клонов вариативность признака массы могла быть выше (сорт ‘Spartan’, клон 1 – 31,51 %, что соответствует повышенному уровню). Показатели диаметра и длины плода по всем сортам, клонам и обобщенному массиву соответствовала низкому уровню изменчивости. Точность опыта соответствовала установленному уровню 5 % по линейным признакам и массе плодов. Его показатель не соответствовал принятому 5 % уровню по признаку – коэффициент формы в связи с коэффициентом вариации равном нулю по отдельным вариантам. Это создавало математическую коллизию при делении на «0» и высокой стабильности показателей в натуре.

Выводы.

1. Морфометрические показатели плодов разных сортов разных видов голубики характеризовались выраженной неоднородностью.
2. Коэффициент формы, выражаемый через отношение длины плодов к диаметру, имел в пределах сортов и клонов высокую степень стабильности.

Литература

1. Ван, Ф. Исследование лечебных свойств голубики и разработка продуктов из голубики / Ф. Ван, И. Сунь, И. Бао // Охрана и рациональное использование лесных ресурсов: Материалы VIII международного форума, в 2-х ч., Благовещенск, 08–10 июня 2015 года. Том Часть 2. – Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет, 2015. – С. 186-194. – EDN NJULCR.

2. Галкина, О.М. Исследования пищевой ценности, физико-химических и органолептических свойств голубики садовой, выращенной в условиях Центрально-Черноземного региона и потенциал использования ягод в обогащении пищевых продуктов / А. В. Галкина, О. М. Блинникова, А. С. Ильинский // ТППП АПК. 2024. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovaniya-pischevoy-tsennosti-fiziko-himicheskikh-i-organolepticheskikh-svoystv-golubiki-sadovoy-vyraschennoy-v-usloviyah> (дата обращения: 14.09.2025).
3. Бессчетнова Н.Н. Бесчетнов В.П. Количественные параметры хвои сосны горной при интродукции в Нижегородскую область. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2025. №252. С.55-79.
4. Бессчетнова Н.Н., Бесчетнов В.П., Гловели М.А. Сравнительная оценка морфометрии плодов клюквы болотной в разных лесорастительных условиях. Вестник Нижегородского агротехнологического университета. 2024. №1 (41). С.5-13.
5. Бессчетнова Н.Н., Бесчетнов В.П., Гловели М.А., Абрамова Н.И. Линейные параметры и масса плодов клюквы болотной (*Oxycoccus Palustris Pers.*) в лесных угодьях Нижегородской области. В сборнике: Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики - 2024. Материалы XIII Международной научно-практической конференции. Саратов-Нижегород, 2024. С. 178-186.

УДК 635.92: 632.937.31: 634.74

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЛОНГИРОВАННОГО УДОБРЕНИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РОЗЫ СОРТА «MONTBLANC»

Иван Игоревич Паникаров¹, Наталья Николаевна Бессчетнова²
*^{1,2}Нижегородский государственный агротехнологический университет имени
Флорентьева, Нижний Новгород, Россия*
¹ivan.panikarov@yandex.ru
²besschetnova1966@mail.ru

Реферат. В статье представлены результаты исследования влияния, пролонгированного комплексного минерального удобрения «Forte Professional» (NPK 5-13-13 + микроэлементы) на рост и развитие плетистой розы сорта «Montblanc».

Эксперимент, проведенный в полевых условиях, включал две группы растений по 30 экземпляров: опытную (с однократным внесением удобрения при посадке) и контрольную (на стандартном агрофоне). В течение вегетационного периода еженедельно измерялся линейный прирост трех основных побегов на каждом растении.

Результаты показали выраженный положительный эффект от применения удобрения пролонгированного действия. У растений опытной группы был зафиксирован значительный пик скорости роста в середине экспериментального периода (до ~5.7 см в неделю), в то время как в контрольной группе прирост оставался относительно стабильным и существенно ниже (пик ~4.6 см). Кривая роста опытной группы стабилизировалась на более высоком уровне, что свидетельствует о продолжительном стимулирующем действии удобрения.

Основной вывод исследования заключается в том, что однократное применение пролонгированного удобрения «Forte Professional» обеспечивает устойчивое питание и оказывает значительное положительное влияние на динамику линейного прироста побегов розы сорта «Montblanc», способствуя интенсивному и продолжительному развитию растения.

Ключевые слова. роза, удобрение, прирост, развитие, пролонгация

Введение. История создания сорта розы 'Montblanc' является типичным примером современной коммерческой селекции, направленной на получение cultivars с улучшенными декоративными и агротехническими характеристиками. Данный сорт был интродуцирован на международный рынок в 2003 году известной французской селекционной компанией «Meilland International». Официальное регистрационное название сорта — 'Meibderos', однако в качестве коммерческого наименования было выбрано 'Montblanc', ассоциирующееся с чистотой, величием и альпийскими вершинами, что идеально отражает фенотипические особенности растения.

С генетической точки зрения, 'Montblanc' является сложным гибридом, полученным в результате целенаправленного скрещивания родительских форм, отобранных по комплементарным признакам. Материнским растением (женским родителем) выступил не названный публично сеянец из коллекции Meilland, обладающий желаемыми качествами роста и здоровья. В качестве отцовской формы (донора пыльцы) был использован сорт 'Jacaranda' (MEIsponge), также селекции Meilland, известный своей обильностью цветения и устойчивостью к заболеваниям. Процесс гибридизации включал контролируемое опыление, сбор гибридных плодов и извлечение семян с последующей их стратификацией и проращиванием.

Отбор перспективных сеянцев проводился в течение нескольких вегетационных циклов по строгим критериям. Селекционеры оценивали такие параметры, как габитус куста, форма и цвет бутона, махровость, аромат, продолжительность и повторяемость цветения, а также резистентность к основным грибковым патогенам, в первую очередь к мучнистой росе (*Podosphaera pannosa*) и черной пятнистости (*Diplocarpon rosae*). Гибрид, впоследствии названный 'Montblanc', показал выдающиеся результаты: классически белые, густомахровые цветки ностальгической формы, сильный

фруктовый аромат, высокая морозостойкость (относится к 5 USDA зоне) и выраженная толерантность к болезням.

После успешных внутренних испытаний сорт был размножен вегетативным путем (методом окулировки на подвой) для производства клонов, генетически идентичных материнскому растению. Для защиты прав селекционера на 'Montblanc' был получен патент (United States - PP Patent 15,217; European Union - EU 20010766; и другие), что является стандартной практикой для коммерческих сортов. Международное распространение и продвижение сорта осуществлялось через сеть партнеров Meilland, что обеспечило его быстрое признание и награды, включая сертификат ADR (Германия) в 2004 году, что подтвердило его исключительную устойчивость в условиях полевых испытаний. Таким образом, роза 'Montblanc' представляет собой продукт целенаправленной селекционной работы, сочетающей традиционные методы гибридизации с современными системами патентного права и международного маркетинга.

Необходимость применения удобрений при культивировании роз (*Rosa spp.*) обусловлена их высоким трофическим статусом как интенсивной цветочно-декоративной культуры. Для формирования значительной биомассы побегов, многочисленных генеративных органов с высокими декоративными качествами, а также для поддержания многолетнего жизненного цикла, розам требуется постоянное и сбалансированное поступление макро- (N, P, K, Ca, Mg) и микроэлементов (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo). Дефицит питания незамедлительно проявляется в редукции роста, хлорозах листовых пластинок, снижении количества и размеров бутонов, ухудшении интенсивности окраски и, как следствие, в потере хозяйственной ценности растения. Таким образом, систематическое внесение удобрений является не агротехническим приемом, а строго обязательным физиологическим требованием для реализации генетического потенциала сорта и обеспечения рентабельности культивации.

Среди различных форм удобрений особая эффективность отмечена у препаратов с пролонгированным действием. Их ключевое преимущество заключается в контролируемом высвобождении элементов питания, которое осуществляется не одномоментно, а постепенно, в течение продолжительного периода (3-6 месяцев), синхронизируясь со скоростью потребления элементов растением. Данный механизм, реализуемый за счет особых полимерных капсул (осмотический принцип) или сернокислых покрытий (SCU), минимизирует потери активных веществ от вымывания в нижние почвенные горизонты, предотвращает возникновение токсического воздействия на корневую систему

от высокой локальной концентрации солей и исключает риск химического ожога при внесении. Это обеспечивает стабильный питательный режим без риска дисбаланса, сокращает количество агротехнических операций и, в конечном итоге, повышает коэффициент усвоения питательных веществ и экономическую эффективность технологии выращивания.

Цель исследования. Оценить влияние однократного внесения, пролонгированного комплексного минерального удобрения «Forte Professional» на динамику линейного прироста побегов плетистой розы сорта «Montblanc» в условиях открытого грунта.

Условия материалы и методы. Объектом исследования служили растения сорта плетистой розы 'Montblanc'. Растения были поделены на две группы, с применением пролонгированного удобрения и контрольную.

Исследование было организовано как полевой эксперимент, заложенный по общепринятой методике полевого опыта Б.А. Доспехова.

Для достижения цели был применен метод однократного применения удобрения с последующей оценкой его эффективности в сравнении с контрольной группой. Формирование опытных групп проводилось методом рандомизации. Из генеральной совокупности однородных растений было отобрано 60 экземпляров, которые методом случайной выборки были разделены на две группы:

Контрольная группа (n=30): растения, которые выращивались на стандартном агрофоне (основное внесение органического удобрения (перегной) при посадке из расчета 5 кг/м²) без дополнительного внесения минеральных удобрений в течение вегетационного периода.

Опытная группа (n=30): растения, которые на стандартном агрофоне получили однократное внесение пролонгированного комплексного минерального удобрения «Forte Profesional» (формула NPK 5-13-13 + микроэлементы и биодоступный кремний) с заявленным сроком действия 6 месяцев. Удобрение вносилось в прикорневую зону из расчета 40 г на куст с заделкой на глубину 5-7 см во время посадки.

Условия проведения эксперимента для обеих групп были идентичными: схема посадки 50x50 см, идентичный режим орошения (капельный полив с поддержанием оптимальной влажности почвы 70-80% от НВ), идентичные мероприятия по защите растений от вредителей и болезней (превентивные обработки инсектоакарицидами и фунгицидами по мере необходимости).

Погодные условия учитывались как неконтролируемый, но регистрируемый фактор.

Результаты и обсуждение. Оценка влияния фактора проводилась методом сравнения групп по динамике линейного прироста побега, измерение длины 3-х основных побегов на каждом растении линейкой еженедельно.

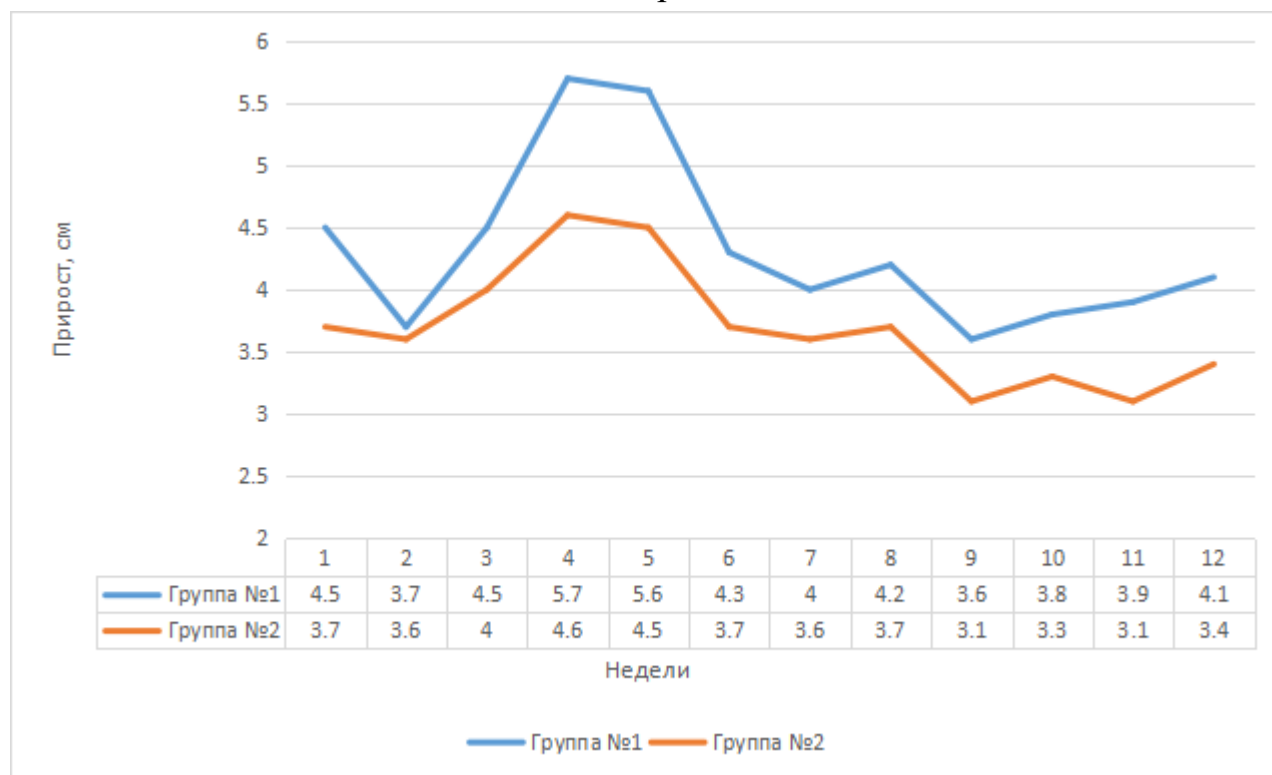


Рис.1. Усредненные темпы роста образцов из обеих групп по неделям эксперимента

График отображает две линии тренда:

Группа №1 (Опытная): Динамика прироста демонстрирует выраженный положительный тренд с определенной цикличностью. Наблюдается значительное увеличение показателя в середине экспериментального периода (недели 4-5 с пиковым значением ~5.7 см), после чего следует фаза стабилизации и незначительного снижения к концу периода наблюдения, с сохранением значений выше исходного уровня.

Группа №2 (Контрольная): Кривая прироста характеризуется относительной стабильностью на протяжении большей части эксперимента с незначительными колебаниями. Также наблюдается слабовыраженный пик в середине периода (неделя 4, ~4.6 см), однако его амплитуда существенно ниже, чем в группе №1. В целом, динамика группы №2 указывает на отсутствие выраженного тренда к увеличению скорости роста.

Площадь между двумя графиками, особенно в интервале между 4 и 8 неделями, визуальнo иллюстрирует положительный эффект от применения агротехнического приема. Тот факт, что кривая группы №1 не возвращается к

исходным значениям и стабилизируется на более высоком уровне по сравнению с контрольной группой, позволяет предположить, что пролонгированное удобрение обеспечивало устойчивое питание, способствующее не только интенсивному, но и продолжительному росту.

Таким образом, визуальный анализ диаграммы позволяет сделать предварительный вывод о наличии стимулирующего влияния пролонгированного удобрения на линейный прирост побегов роз.

Выводы. Использование при выращивании плетистой розы сорта 'Montblanc' пролонгированного удобрения «Forte Profesional» оказывает положительное влияние на динамику роста зеленых побегов.

Литература.

1. Plant Patent: Rose Plant Named 'Meibderos' : US PP15,217 P2 : заявл. 10.02.2003 : опубл. 30.11.2004 / А. Meilland ; правообладатель CP Delaware, Inc. (USA). – 13 р. – Загл. с экрана. – URL: <https://patentimages.storage.googleapis.com/ae/90/ec/17f3f0c243c5d7/USPP15217P2.pdf> (дата обращения: 09.09.2025).
2. Meibderos Montblanc® // Официальный сайт Meilland Richardier. – URL: <https://www.meilland.com/en/rose-montblanc-r-meidberos> (дата обращения: 09.09.2025). – Текст : электронный.
3. Rosa 'Montblanc' // HelpMeFind: Roses, Clematis and Peonies. – URL: <https://www.helpmefind.com/rose/l.php?l=2.46579.0> (дата обращения: 09.09.2025). – Текст : электронный.
4. Квест-Ритсон, Ч. Розы : энциклопедия / Ч. Квест-Ритсон, Б. Квест-Ритсон ; пер. с англ. М. А. Борисовой. – Москва : АСТ : Астрель, 2011. – 280 с. : ил. – ISBN 978-5-17-074227-9.
5. ADR-Rose 2004 // Allgemeine Deutsche Rosenneuheitenprüfung. – [Б.м.], 2004. – URL: <https://www.adr-rose.de/index.php?lang=de> (дата обращения: 09.09.2025). – Текст : электронный. – (Официальный отчет об испытаниях за 2004 год, сведения размещены в общем доступе на сайте организации).
6. Савченко И.В. Оптимизация минерального питания цветочно-декоративных культур закрытого грунта: дис. ... докт. с.-х. наук. — М., 2018. — 287 с.
7. Хабаров А.В., Лебедева А.С. Эффективность применения удобрений пролонгированного действия в декоративном растениеводстве // Плодородие. — 2022. — № 5 (128). — С. 45-48. — DOI: 10.25680/S19948603.2022.128.12.
8. Cameron R.W.F., Harrison-Murray R.S., Atkinson C.J., Judd H.L. Regulated Deficit Irrigation: A Means to Control Growth in Woody Ornamentals // Journal of Horticultural Science & Biotechnology. — 2006. — Vol. 81, Iss. 3. — P. 435-443. — DOI: 10.1080/14620316.2006.11512083.
9. Cabrera R.I. Rose Production and Culture // Encyclopedia of Rose Science. — Academic Press, 2003. — P. 594-600.
10. Broschat T.K., Moore K.K. Release Rates of Ammonium-Nitrogen, Nitrate-Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Magnesium, Iron, and Manganese from Seven Controlled-Release Fertilizers // Communications in Soil Science and Plant Analysis. — 2007. — Vol. 38, Iss. 7-8. — P. 843-850. — DOI: 10.1080/00103620701277718.

ВОДОПОТЕРЯ ПРИ СВОБОДНОМ ВЫСУШИВАНИИ ЛИСТЬЕВ ДЕКОРАТИВНЫХ ФОРМ И СОРТОВ КЛЕНА ОСТРОЛИСТНОГО В ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

**А.Н. Репин, А.В. Локтева, Н.Н. Бессчетнова,
В.П. Бессчетнов, В.В. Храмов**

кафедра лесных культур

Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я. Флорентьева

Реферат. Представлена сравнительная оценка темпов водопотери при свободном высушивании листьев типичной, пурпурной и золотистой (по окраске) форм клена остролистного в объектах озеленения г. Нижнего Новгорода. Отмечена индивидуальная и групповая фенотипическая изменчивость темпов водопотери фотосинтезирующим аппаратом однолетних побегов, дислоцированных в озеленительных насаждениях г. Нижнего Новгорода. Изыскания проведены стационарным и лабораторным методом исследований с учетом принципа единственного логического различия и требований к типичности, пригодности, целесообразности и надежности опыта. Цель исследования – дать сравнительную оценку водоудерживающей способности листового аппарата годичных побегов растений типичной формы и декоративных сортов клена остролистного, введенных в городские посадки Нижнего Новгорода. Объекты исследований – одновозрастные репродуктивно зрелые особи типичной формы клена остролистного (*Acer platanoides* L.), а также его декоративных сортов 'Кримсон кинг' ('*Crimson King*') и 'Голден глоб' ('*Golden Globe*'), находящиеся во внутриквартальных посадках г. Нижнего Новгорода с географическими координатами 56°19'43.3"N, 44°0'7.2"E при абсолютной высоте 136 м. Предметом исследований выступала сортовая специфика рассматриваемых растений в способности удерживать влагу листовым аппаратом. В работе учитывали апробированные методические рекомендации. Определены количественные параметры и даны сравнительные оценки тестируемых показателей у объектов исследования. Выявлены межсортовые различия на фоне внутривидовой фенотипической дисперсии анализируемых признаков.

Ключевые слова: водоудерживающая способность, листовый аппарат, клен остролистный, объекты озеленения, фенотипическая изменчивость.

Введение. Оптимизация ландшафтного облика и стабилизация экологической обстановки современных урбоэкосистем во многом определяются декоративно-эстетическими, санитарно-гигиеническими и рекреационно-бальнеологическими функциями насаждений из деревьев и кустарников, вводимых в состав объектов озеленения городов [20, 22, 24, 38]. В полной мере данный тезис имеет отношение к Нижнему Новгороду и другим городам Среднего Поволжья, где параметры среды зачастую далеки от норм комфортности. Успех решения непростых задач, стоящих перед профильными специалистами, в значительной степени будет определяться обоснованным формированием ассортимента городских посадок, что нередко требует активного привлечения наиболее полно адаптированных представителей

аборигенной и инорайонной дендрофлоры. В их число совершенно обоснованно отнесен род Клен (*Acer* L.), в частности, клен остролистный (*Acer platanoides* L.) с его декоративными формами и сортами. Широкое распространение последних в Нижегородском Поволжье во много зависит от адаптированности к сложившемуся экологическому фону, для оценки достаточности которой требуются детальные исследования их биологии, включая характеристики фотосинтезирующей сферы растений. Однако подобные работы в регионе пока еще немногочисленны, что, как следствие, ограничивает количество публикаций по указанным вопросам.

Цель исследования – дать сравнительную оценку типичной формы и декоративных сортов клена остролистного по содержанию хлорофилла-*a* в листовом аппарате годичных побегов растений, введенных в городские посадки Нижнего Новгорода.

Объекты и методика исследований. Объектами исследований выступали одновозрастные репродуктивно зрелые особи типичной формы клена остролистного (*Acer platanoides* L.), а также его декоративных сортов 'Кримсон кинг' ('*Crimson King*') и 'Голден глоб' ('*Golden Globe*'), находящиеся во внутриквартальных посадках г. Нижнего Новгорода: географические координаты 56°19'43.3"N, 44°0'7.2"E при абсолютной высоте 136 м. Согласно действующей системе лесорастительного районирования он входит в зону хвойно-широколиственных лесов и относится к хвойно-широколиственному лесному району Европейской части Российской Федерации (3 лесорастительный район). В его границах обычны серые лесные и дерново-подзолистые и подзолистые почвы. [13], а климат отличается умеренно теплым и влажным летом и умеренно суровой снежной зимой. Лесорастительные условия здесь вполне благоприятны для успешного произрастания обширного перечня видов деревьев и кустарников, в числе которых аборигенные и интродукционные представители рода Клен (*Acer* L.) [1–3, 40].

В работе соблюдали базовые требования к организации опыта: типичность, пригодность, целесообразность, надежность, принцип единственного логического различия. Согласно этому, в лабораторных исследованиях использованы одновозрастные растения вегетативного происхождения (по 2 особи каждого сорта) при их общем числе 6 шт. С каждого из них одновременно срезали по 6 однотипных одновозрастных побегов, находящихся в одинаковом фенологическом состоянии и не имеющих признаков повреждения биотическими и абиотическими факторами или

отклонений от нормального развития. Местом заготовки являлась периферия среднего яруса хорошо освещенного участка кроны. Объединенная листовая масса с каждого из них использовалась для приготовления экстракционных навесок, общее число которых составило 36 шт.

Предметом исследований служила сортовая специфика рассматриваемых растений в водоудерживающей способности листового аппарата. Для её выявления в ходе лабораторных исследований с 5 учетных растений каждого вида одновременно заготавливали по 5 однотипных однолетних побегов, не различающихся фенологическим состоянием. Их выделяли в периферийной зоне среднего яруса хорошо освещенного участка кроны растений. В случае обнаружения следов повреждения биотическими и абиотическими факторами или выявления отклонений от нормального развития образцы исключали из выборки. Её первичной единицей служила часть листовых пластинок (навеска), которые отделялись от центральной части прироста текущего года. Общее количество учетных навесок составило 75 шт. Их массу устанавливали с точностью до 0,001 г на аналитических весах VIC-300d3 «Acculab». Её фиксировали у свежесобранных листьев (сырая масса), листьев в водонасыщенном состоянии (полная масса), в воздушно-сухом состоянии (сухая масса), а также в абсолютно сухом состоянии (абсолютно сухая масса). Реализация эквационного принципа сравнительного анализа предусматривала выведение всех навесок на достижение потенциального максимума биомассы, для чего их погружали в ёмкости с водой на 2 часа. Одинаковый возраст учетных деревьев и одновременный отбор биологических образцов позволили исключить влияние хронографического фактора на формирование различий между исследуемыми растениями. Их дислокация в границах единого участка на однородных почвах с одинаковыми условиями среды обеспечила элиминацию влияния пространственного фактора на формирование общего фона фенотипической дисперсии исследуемых признаков.

В своей работе учитывали апробированные методические рекомендации [14–20, 32]. Повысить информативность данных о водном балансе листьев изучаемых растений позволило включение производных признаков в состав анализируемых показателей. Такой подход активно используется в лесоводственных [10–12] и биологических [27–30, 42] исследованиях, как с хвойными [24, 33–36, 42], так и лиственными [5, 7–9] древесными породами. Прежде всего, их привлекают для оценки характеристик, недоступных для непосредственного замера и фиксации. Как правило, они представлены

относительными и удельными величинами, коэффициентами, индексами и пр. [22, 24]. Подобная схема построения исследований водного режима фотосинтезирующего аппарата традиционна [4, 6, 14–20, 31]. Статистический анализ с оценкой изменчивости по шкале Мамаева [37] выполнен согласно общепризнанным в лесоводственных исследованиях методам.

Результаты и их обсуждение. Темпы водопотери листьями разных сортов и типичной формы клена остролистного на фоне различий, а также динамики показателей массы листа в состоянии различного водонасыщения неодинаковы, притом что изменчивость проявилась как на межсортовом, так и на внутривидовом индивидуальном уровне (табл. 1 – 3).

Таблица 1 – Масса листьев клена в свежесобранном состоянии¹

Виды	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
<i>Acer platanoides</i> L. – типичная форма с зеленой окраской листьев (объект 1)										
Особь 1	5	0,63	0,03	0,66	0,58	0,08	0,013	4,65	48,13	2,08
Особь 2	5	0,64	0,13	0,82	0,52	0,30	0,059	20,52	10,90	9,18
Особь 3	5	0,64	0,06	0,70	0,54	0,15	0,026	9,17	24,39	4,10
Особь 4	5	0,69	0,13	0,88	0,58	0,30	0,058	18,64	12,00	8,34
Особь 5	5	0,69	0,11	0,84	0,57	0,27	0,047	15,22	14,70	6,80
Total ₁	25	0,66	0,10	0,88	0,52	0,36	0,019	14,46	34,58	2,89
'Кримсон кинг' ('Crimson King') – сорт с пурпурной окраской листьев – (объект 2)										
Особь 1	5	0,96	0,21	1,23	0,70	0,53	0,093	21,61	10,35	9,66
Особь 2	5	1,13	0,18	1,28	0,92	0,35	0,080	15,94	14,03	7,13
Особь 3	5	1,11	0,18	1,28	0,91	0,38	0,081	16,31	13,71	7,30
Особь 4	5	1,03	0,17	1,19	0,82	0,36	0,074	16,05	13,93	7,18
Особь 5	5	1,01	0,08	1,10	0,92	0,18	0,038	8,29	26,97	3,71
Total ₂	25	1,05	0,17	1,28	0,70	0,58	0,033	15,88	31,48	3,18
'Голден глоб' ('Golden Globe'), – сорт с золотистой окраской листьев – (объект 3)										
Особь 1	5	1,09	0,10	1,21	0,99	0,23	0,043	8,82	25,35	3,94
Особь 2	5	1,15	0,04	1,18	1,09	0,09	0,016	3,19	70,08	1,43
Особь 3	5	1,17	0,06	1,26	1,09	0,16	0,026	5,01	44,65	2,24
Особь 4	5	1,11	0,08	1,19	1,00	0,20	0,034	6,82	32,80	3,05
Особь 5	5	1,19	0,06	1,26	1,09	0,16	0,026	4,90	45,68	2,19
Total ₃	25	1,14	0,07	1,26	0,99	0,27	0,014	6,27	79,69	1,25
Обобщенные значения										
Total ₀	75	0,95	0,24	1,28	0,52	0,77	0,028	25,39	34,11	2,93

¹Статистики: N – число учетов; M – среднее арифметическое, г; СКО – среднеквадратическое отклонение, г; max. – абсолютный максимум значений, г; min. – абсолютный минимум значений, г; Δlim – диапазон абсолютных значений, г, $\pm m$ – ошибка репрезентативности выборочного среднего, г; Cv – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 2,064$; $t_{01} = 2,797$); P – относительная ошибка или точность опыта, %.

В частности, по базовому показателю состояния листьев (масса в свежесобранном состоянии), влияющему на все последующие характеристики,

проведенное исследование позволило получить статистические данные о рассматриваемом физиологическом параметре и его изменчивости (см. табл. 1). Средние значения в вариантах опыта (в нашем случае в разных сортообразцах) составили: от $0,66 \pm 0,019$ г (типичная форма *Acer platanoides*) до $1,14 \pm 0,014$ г ('Golden Globe'), что сформировало превышение большего над меньшим в 1,727 раза или на 0,48 г. Оценки отдельных особей в анализируемой совокупности различались в большей мере: от $0,63 \pm 0,013$ г (особь 1 типичной формы) до $1,13 \pm 0,026$ г (особь 2 сорта 'Golden Globe'). Перепад их величин составил 0,50 г или в 1,794 раза. На этом фоне остальные оценки в той или иной мере стремились к обобщенному среднему значению показателя ($Total_o$), которое составило $0,95 \pm 0,028$ г. Абсолютный диапазон лимитов ($\Delta lim = max. - min.$) для всего массива опытных данных достиг 0,77 г ($max.=1,28$ г; $min.=0,52$ г), а их отношение – 2,479. В целом же, анализируемый параметр сравнительно стабилен, и общая для всего массива данных изменчивость в оценках по коэффициенту вариации ($Cv=25,39\%$) в большей мере соответствовала среднему уровню шкалы Мамаева ($Cv=16...25\%$). При этом её общий фон заметно различался у отдельных учетных растений ($Cv=3,19...21,61\%$) и чаще соответствовал как очень низкому уровню той же шкалы ($Cv<7\%$), так и низкому ($Cv=7...15\%$) или среднему ($Cv=16...25\%$) уровням.

Выведение состояния всех навесок на достижение потенциального максимума поглощенной влаги согласно эквационному принципу сравнительного анализа позволило получить оценки массы листьев в фазе их полного водонасыщения (см. табл. 2). На данном этапе опыта также наблюдались отчетливые различия между представителями разных декоративных форм и сортов. Их обобщенные оценки варьировали от $0,72 \pm 0,021$ г (типичная форма *Acer platanoides*) до $1,34 \pm 0,014$ г (сорт 'Golden Globe'), что сформировало превышение большей над меньшей в 1,865 раза или на 0,62 г. В разрезе отдельных особей различия в анализируемой совокупности как и по предыдущему параметру (см. табл. 1) проявились в большей мере: от $0,69 \pm 0,028$ г (особь 3 типичной формы *Acer platanoides*) до $1,36 \pm 0,022$ г (особь 5 сорта 'Golden Globe'). Перепад их величин составил 0,67 г или в 1,971 раза. Оценки остальных особей (в контексте их полного массива) в той или иной мере приближались к обобщенному среднему значению показателя ($Total_o$), которое составило $1,09 \pm 0,034$ г.

Таблица 2 – Масса листьев клена в водо-насыщенном состоянии¹

Виды	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
<i>Acer platanoides</i> L. – типичная форма с зеленой окраской листьев (объект 1)										
Особь 1	5	0,70	0,04	0,73	0,64	0,10	0,016	5,08	44,00	2,27
Особь 2	5	0,70	0,14	0,87	0,56	0,31	0,065	20,68	10,81	9,25
Особь 3	5	0,69	0,06	0,75	0,59	0,16	0,028	9,07	24,66	4,05
Особь 4	5	0,74	0,13	0,93	0,62	0,30	0,060	18,15	12,32	8,12
Особь 5	5	0,77	0,12	0,94	0,62	0,32	0,055	16,01	13,96	7,16
Total ₁	25	0,72	0,10	0,94	0,56	0,39	0,021	14,45	34,61	2,89
'Кримсон кинг' ('Crimson King') – сорт с пурпурной окраской листьев – (объект 2)										
Особь 1	5	1,14	0,20	1,43	0,91	0,52	0,091	17,81	12,56	7,96
Особь 2	5	1,29	0,20	1,49	1,08	0,40	0,088	15,27	14,65	6,83
Особь 3	5	1,24	0,17	1,41	1,05	0,36	0,074	13,39	16,70	5,99
Особь 4	5	1,21	0,19	1,37	0,93	0,45	0,085	15,75	14,20	7,04
Особь 5	5	1,19	0,09	1,33	1,11	0,23	0,042	7,91	28,27	3,54
Total ₂	25	1,21	0,17	1,49	0,91	0,58	0,034	13,83	36,14	2,77
'Голден глоб' ('Golden Globe'), – сорт с золотистой окраской листьев – (объект 3)										
Особь 1	5	1,32	0,10	1,46	1,21	0,25	0,047	7,93	28,21	3,55
Особь 2	5	1,35	0,03	1,37	1,32	0,06	0,012	1,99	112,1	0,89
Особь 3	5	1,34	0,07	1,43	1,25	0,18	0,031	5,13	43,62	2,29
Особь 4	5	1,35	0,10	1,46	1,25	0,21	0,047	7,76	28,82	3,47
Особь 5	5	1,36	0,05	1,43	1,30	0,14	0,022	3,59	62,21	1,61
Total ₃	25	1,34	0,07	1,46	1,21	0,25	0,014	5,33	93,82	1,07
Обобщенные значения										
Total ₀	75	1,09	0,30	1,49	0,56	0,93	0,034	27,06	32,00	3,13

¹Статистики: N – число учетов; M – среднее арифметическое, г; СКО – среднеквадратическое отклонение, г; max. – абсолютный максимум значений, г; min. – абсолютный минимум значений, г; Δlim – диапазон абсолютных значений, г; $\pm m$ – ошибка репрезентативности выборочного среднего, г; Cv – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 2,064$; $t_{01} = 2,797$); P – относительная ошибка или точность опыта, %.

Абсолютный диапазон лимитов ($\Delta\text{lim} = \text{max.} - \text{min.}$) для всего набора опытных данных достиг 0,93 г ($\text{max.} = 1,49$ г; $\text{min.} = 0,56$ г), а их отношение – 2,668. Рассматриваемый параметр относительно стабилен, и его общая для всего массива данных изменчивость в оценках по коэффициенту вариации ($\text{Cv} = 26,33$ %) соответствовала повышенному уровню шкалы Мамаева ($\text{Cv} = 26...35$ %). При этом её общий фон у отдельных учетных растений весьма неоднороден ($\text{Cv} = 2,19...20,68$ %) и соответствовал как очень низкому уровню той же шкалы ($\text{Cv} < 7$ %), так и низкому ($\text{Cv} = 7...15$ %) или среднему ($\text{Cv} = 16...25$ %) уровням.

Не менее важным показателем в определении темпов потери влаги при свободном высушивании листьев, по которому можно было судить о балансе органического вещества и воды у сравниваемых объектов, выступала масса их листового аппарата в воздушно-сухом состоянии (см. табл. 3).

Таблица 3 – Масса листьев клена в воздушно-сухом состоянии¹

Виды	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
<i>Acer platanoides</i> L. – типичная форма с зеленой окраской листьев (объект 1)										
Особь 1	5	0,20	0,01	0,21	0,18	0,03	0,006	6,50	34,39	2,91
Особь 2	5	0,22	0,05	0,28	0,18	0,10	0,023	23,30	9,60	10,42
Особь 3	5	0,22	0,03	0,24	0,18	0,07	0,011	11,61	19,26	5,19
Особь 4	5	0,25	0,05	0,32	0,20	0,12	0,024	21,50	10,40	9,61
Особь 5	5	0,23	0,04	0,29	0,19	0,10	0,017	16,88	13,25	7,55
Total ₁	25	0,22	0,04	0,32	0,18	0,14	0,008	17,62	28,37	3,52
'Кримсон кинг' (' <i>Crimson King</i> ') – сорт с пурпурной окраской листьев – (объект 2)										
Особь 1	5	0,34	0,08	0,44	0,24	0,19	0,036	23,53	9,50	10,52
Особь 2	5	0,40	0,08	0,46	0,30	0,16	0,035	19,71	11,35	8,81
Особь 3	5	0,39	0,08	0,48	0,30	0,18	0,035	19,84	11,27	8,87
Особь 4	5	0,38	0,06	0,43	0,30	0,14	0,028	16,21	13,79	7,25
Особь 5	5	0,35	0,02	0,39	0,34	0,06	0,010	6,27	35,67	2,80
Total ₂	25	0,37	0,07	0,48	0,24	0,24	0,013	17,65	28,33	3,53
'Голден глоб' (' <i>Golden Globe</i> '), – сорт с золотистой окраской листьев – (объект 3)										
Особь 1	5	0,23	0,02	0,25	0,20	0,05	0,008	8,05	27,79	3,60
Особь 2	5	0,24	0,01	0,25	0,23	0,02	0,004	3,64	61,49	1,63
Особь 3	5	0,23	0,03	0,28	0,20	0,08	0,015	15,22	14,70	6,80
Особь 4	5	0,22	0,02	0,24	0,20	0,03	0,007	7,19	31,10	3,22
Особь 5	5	0,25	0,02	0,28	0,23	0,04	0,008	7,29	30,66	3,26
Total ₃	25	0,23	0,02	0,28	0,20	0,08	0,004	9,24	54,09	1,85
Обобщенные значения										
Total ₀	75	0,28	0,08	0,48	0,18	0,30	0,009	29,61	29,25	3,42

¹Статистики: N – число учетов; M – среднее арифметическое, г; СКО – среднеквадратическое отклонение, г; max. – абсолютный максимум значений, г; min. – абсолютный минимум значений, г; Δlim – диапазон абсолютных значений, г, $\pm m$ – ошибка репрезентативности выборочного среднего, г; Cv – коэффициент вариации, %; t – опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 2,064$; $t_{01} = 2,797$); P – относительная ошибка или точность опыта, %.

В ходе проведенного исследования удалось зафиксировать несходство оценок у представителей разных декоративных форм и сортов. Их обобщенные оценки варьировали от $0,22 \pm 0,008$ г (типичная форма *Acer platanoides*) до $0,37 \pm 0,013$ г (сорт '*Crimson King*'), что вызвало превышение большей над меньшей в 1,662 раза или на 0,15 г. В плане отдельных особей различия в анализируемой совокупности, как и по предыдущим характеристикам (см. табл. 1 и 2), оказались более контрастными: от $0,20 \pm 0,006$ г (особь 1 типичной формы *Acer platanoides*) до $0,40 \pm 0,035$ г (особь 2 сорта '*Crimson King*'). Разность их величин составила 0,20 г или в 2 раза ровно. Оставшиеся особи, вошедшие в схему опыта, демонстрировали тенденцию приближения к обобщенному для их полной совокупности среднему значению признака (Total₀), которое в этом случае было равно $0,28 \pm 0,009$ г. Диапазон лимитов ($\Delta\text{lim} = \text{max.} - \text{min.}$) для

всего набора опытных данных достиг 0,30 г (max.=0,48 г; min.=0,18 г), а их отношение – 2,668. Рассматриваемый параметр относительно стабилен, и его общая для всего массива данных изменчивость в оценках по коэффициенту вариации ($C_v=26,33\%$) соответствовала повышенному уровню шкалы Мамаева ($C_v=26...35\%$). При этом её общий фон у отдельных учетных растений весьма неоднороден ($C_v=2,19...20,68\%$) и чаще соответствовал как очень низкому уровню той же шкалы ($C_v<7\%$), так и низкому ($C_v=7...15\%$) или среднему ($C_v=16...25\%$) уровням.

В порядке осуждения результатов можно отметить, что темпы потери влаги при свободном высушивании листовой массы у рассматриваемых в настоящей статье типичной формы и декоративных сортов клена остролистного (*Acer platanoides* L.) неодинаковы и подвержены как индивидуальной изменчивости особей, представляющих его внутривидовые таксоны, так и дисперсии на межсортовом уровне. Это в полной мере соответствует сведениям о водном режиме растений, полученным другими авторами для широкого списка хвойных [14–20, 26, 31] и лиственных [4, 6, 38, 41] видов.

Выводы. 1. Типичная форма клена остролистного (*Acer platanoides* L.) и его сорта 'Кримсон кинг' ('*Crimson King*') и 'Голден глоб' ('*Golden Globe*') в рамках проведенного исследования демонстрировали устойчивые различия в темпах потери влаги при свободном высушивании листьев, что может рассматриваться как фактор, определяющий резистентность указанных объектов к дефициту атмосферной и почвенной влаги в местах их произрастания.

2. Накопление и расход влаги тканями листового аппарата исследованных сортообразцов, косвенно определяющие водоудерживающую способность представителей внутривидовых таксонов клена остролистного, таково, что обеспечивает их нормальный рост и развитие в условиях Нижегородской области, а также создает перспективы для широкого введения указанных растений в состав объектов озеленения.

Литература

1. Аверкиев Д.С. История развития растительного покрова Горьковской области и ее ботанико-географическое деление // Ученые записки Горьковского университета. Горький, 1954. Выпуск XXXV. С. 119–136.
2. Алехин В.В. Объяснительная записка к геоботаническим картам (современной и восстановленной) бывшей Нижегородской губернии (в масштабе 1:500.000). – Ленинград - Горький: Горьковский государственный университет - 1 картографическая фабрика ВКТ (тип. 1 картогр. фабрики ВКТ). 1935. 67 с.

3. Алехин В.В. Растительность СССР в основных зонах. М.: Советская наука, 1951. 512 с.
4. Бабаев Р.Н., Бабаев А.Н., Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Чурбаков Д.Ф. Сравнительная оценка содержания влаги в листовом аппарате березы карельской в условиях интродукции в Нижегородскую область // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Матер. XXII Межд. науч.-тех. конф.: г. Вологда, 5 декабря 2024 года. Вологда: Вологодский государственный университет, 2024. С 256–260.
5. Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Лигнификация ксилемы разных видов березы при интродукции в условиях Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 40–56. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.40-56
6. Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сравнительный анализ водоудерживающей способности представителей рода *Betula* // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2022. № 1 (53). С. 5–19. DOI:10.25686/2306-2827.2022.1.5
7. Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментация листовых пластин представителей рода береза (*Betula* L.) // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2022. Т. 26. № 3. С. 29–38. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-3-29-38
8. Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание и баланс запасных веществ в побегах аборигенной и интродуцированных в Нижегородскую область видов и форм березы // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2022. № 1. С. 59–71. DOI 10.21178/2079-6080.2022.1.59
9. Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрический анализ лигнификации ксилемы представителей рода *Betula* L. // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4 (36). С. 5–15.
10. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Есичев А.О. Оценка физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) в условиях Нижегородской области / В.П. Бессчетнов, Н.Н. Бессчетнова, А.О. Есичев // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2018. – № 1. – С. 9–17. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.9
11. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Щербаков А.Ю. Пигментный состав хвои ели европейской (*Picea abies*) в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. XXXIX, № 3. С. 161–166.
12. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Щербаков А.Ю. Популяционная структура географических культур ели европейской в оценках пигментного состава хвои // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 237. С. 113–134. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.237.113–134
13. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Храмова О.Ю., Клишина Л.И., Печникова Н.Д., Бессчетнов П.В. Показатели химического и гранулометрического состава дерново-подзолистых почв под сосновыми лесами на территории заповедника «Керженский» Нижегородской области // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. С. 14–24.
14. Бессчетнова Н.Н. Водоудерживающая способность хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общей редакцией Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам междунар. научно-технической конференции, г. Брянск, 2007 г. Вып. 17. Брянск: БГИТА, 2007. С. 13–16.
15. Бессчетнова Н.Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по темпам водопотери хвои // Лесной вестник / Forestry bulletin. 2011. № 3 (79). С. 36–41.
16. Бессчетнова Н.Н. Содержание сухого вещества в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. 2011. № 5 (81). С. 15–19.
17. Бессчетнова Н.Н. К методике определения периода критического обезвоживания хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вестник Поволжского

- государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2011. № 2 (12). С. 3–12.
18. Бессчетнова Н.Н. Корреляция показателей баланса воды и содержания сухого вещества в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2012. № 1 (15). С. 28–36.
19. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. 368 с.
20. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Влияние водоудерживающей способности как фактор повышения устойчивости и биологической продуктивности сосновых лесов // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг. Сборник научных статей / Отв. ред. Э.А. Курбанов. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016. С. 132–141.
21. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Веретенкова А.И. Таксационные показатели тополя черного в городских посадках Нижнего Новгорода // Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сборник материалов: в 2 кн., кн. 1. XVII Международная научно-практическая конференция: г. Барнаул: 9-10 февраля 2022 г. Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. С. 325–327.
22. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Ершов П.В. Генотипическая обусловленность пигментного состава хвои плюсовых деревьев ели европейской / Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов, П.В. Ершов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 1. С. 63–76. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.63
23. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Паникаров И.И. Пылезадерживающая способность хвои ели колючей в насаждениях г. Нижнего Новгорода. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024;1(247). С. 188–208. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.247.188-208
24. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Храмова О.Ю., Дорожкина Л.А. Стимулирующий эффект препарата ЭкоФус в предпосевной обработке семян ели европейской (*Picea abies* (L.) Н. Karst.) // Агрохимический вестник. 2017. № 2. С. 41–44.
25. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов П.В. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия вузов. Лесной журнал. 2021. № 5. С. 48–64.
26. Воробьев Р.А., Захаров А.Б., Шабанова А.И. Изменчивость признаков водного режима хвои представителей рода Ель в условиях Нижегородского Поволжья // Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета. 2023. № 3 (39). С. 5–20.
27. Ершов П.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многомерная оценка плюсовых деревьев ели европейской (*Picea abies*) по пигментному составу хвои // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 233. С. 78–99.
28. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Наследственная обусловленность пигментного состава хвои представителей рода лиственница // Лесной вестник/Forestry bulletin. 2021. Т. 25, № 5. С. 5–13. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-5-13
29. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Бабич А.Н., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Содержание и баланс запасных веществ в побегах лиственницы сибирской в условиях реинтродукции в Нижегородскую область // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2022. Т. 26. № 1. С. 17–27. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-1-17-27
30. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Внутривидовая изменчивость состояния ксилемы побегов лиственницы сибирской при интродукции в Нижегородскую область // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2021. – № 3 (51). – С. 28–40. DOI: 10.25686/2306-2827.2021.3.28

31. Кентбаева Б.А., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кентбаев Е.Ж., Сравнительная оценка зимней транспирации хвойных видов г. Алма-Ата // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4 (32). С. 32–40.
32. Котов, М.М. Метод селекционной оценки сосны на ПЛСУ // Экспресс-информация: Лесоразведение и лесомелиорация. М.: ЦБНТИлесхоз, 1981. Вып. 10. 20 с.
33. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрическая оценка таксономической близости видов ели (*Picea A. Dietr.*) по пигментному составу хвои // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2018. № 1(37). С. 5–18.
34. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрический анализ в оценке видоспецифичности представителей рода ель (*Picea*) // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6. С. 23–38. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.6.23
35. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Применение стимулирующей обработки в укоренении черенков ели Коники // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 232. С. 79–91. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.79-91
36. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сезонные изменения пигментного состава хвои представителей рода ель в Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 22–39. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.22-39
37. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: Труды Института экологии растений и животных. Свердловск, 1969. – С. 3–38.
38. Мариничева Т.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Мариничев Е.А. Концентрация сухого вещества в листьях сортовой голубики в условиях Нижегородского Поволжья // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития: по итогам XXIV-ой межд. науч.-тех. интернет-конф.: г Брянск 10–30 ноября 2024 г. / Под общ. ред. Е.А. Памфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 66. Брянск: БГИТУ, 2024. С. 198–202.
39. Паникаров И.И., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Взаимозависимость параметров хвои ели колючей в определении её пылезадерживающей способности // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. XLI, № 6. С. 495–503. DOI: 10.53374/1993-0135-2023-6-495-503
40. Полуяхтов К.К. Лесорастительное районирование Горьковской области // Биологические основы повышения продуктивности и охраны лесных, луговых и водных фитоценозов Горьковского Поволжья. Горький: Изд-во Горьковского государственного университета, 1974. С. 4–20.
41. Шабанова А.И., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., И.И. Паникаров. Накопление сухого вещества листьями гортензии в условиях экологического фона Нижнего Новгорода // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. ст. по матер. Всеросс. науч.-практ. онлайн конф. с межд. участ.: г. Нижний Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ, 2025. С. 418–422.
42. Kul'kova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Kentbaev Y.Zh., Kentbaeva B.A. Growth of Schrenk's Spruce (*Picea schrenkiana*) Seedlings Related to the Pre-Sowing Stimulating Seed Treatment / A.V. Kul'kova, N.N. Besschetnova, V.P. Besschetnov, Y.Zh. Kentbaev, B.A. Kentbaeva // Russian Forestry Journal. 2022. № 4. С. 39–51. DOI: <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2022-4-39-51>

ИНТРОДУКЦИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ В ДЕНДРАРИИ СИБГУ ИМ. М.Ф. РЕШЕТНЕВА

*Усова Елена Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Репях Марина Вадимовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент*

ФГБОУ ВО Сибирский государственный университет науки и
технологий им. М.Ф. Решетнева
E-mail: EAUsova79@mail.ru

Реферат. В работе представлены исследования, проведенные в маточных отделениях дендрария СибГУ имени академика М.Ф. Решетнева с целью выявления фенотипической изменчивости дальневосточных древесных видов, таких как черемуха Маака и яблоня ягодная 30-50-летнего возраста, степени их адаптации в данных экологических условиях. Дендрарий находится в зеленой зоне города Красноярска. Низкие температуры в зимние месяцы, оттепели и резкие температурные перепады в весенне-осенний период, возвратные заморозки в мае являются главными факторами в изучении выносливости растений в данных климатических условиях. Интродуценты флоры Дальнего Востока характеризуются высокими адаптационными способностями, ценятся за быстроту роста, устойчивость, высокие эстетические и санитарно-гигиенические свойства, возможность использования ряда видов как плодово-ягодных растений. Полученные результаты обрабатывались методом статистической обработки данных. Степень варьирования показателей определяли по шкале С.А. Мамаева. Выявлено, что для основных биометрических показателей данных интродуцентов характерны уровни изменчивости от низкого до высокого. Выделены экземпляры, отличающиеся лучшими биометрическими показателями, ведется отбор маточников для получения селекционного посадочного материала, адаптированного в данных экологических условиях.

Ключевые слова. Дендрарий, дальневосточные виды, биометрические показатели, высота, диаметр, интродуценты.

Введение. В условиях Сибири одной из актуальных проблем является расширение ассортимента видов древесных растений, используемых в озеленении населенных пунктов. Необходимую привлекательность посадок, их устойчивость и долговечность трудно обеспечить, используя только местные виды растений. Привлечение инорайонных видов способствует обогащению арборифлоры и позволяет повысить эффективность формируемых насаждений в конкретных условиях произрастания, поскольку экзоты часто превосходят местные по декоративным, биологическим и техническим свойствам. Большой интерес представляют растения дальневосточной флоры, которые ценятся за высокие декоративные и санитарно-гигиенические свойства [1, 2, 3]. Целью данной работы является изучение морфометрических показателей дальневосточных интродуцентов в зеленой зоне г. Красноярска - дендрарии СибГУ. им. М.Ф. Решетнева.

Условия, материалы и методы. Исследования проводились в дендрарии СибГУ им. Решетнева. Объект заложен в 1948 году под руководством профессора В.Э. Шмидта в Караульном лесничестве учебно-опытного лесхоза СибГУ и, согласно лесорастительному районированию, расположен в Среднесибирском подтаежно-лесостепном районе. В качестве фенотипических показателей индивидуальной изменчивости растений были выбраны высота, диаметр ствола, кроны, определяемые у каждого растения в биогруппе. Диаметр ствола у деревьев измеряли на высоте 1,3 м; диаметр кроны - в двух направлениях с определением среднего значения [4, 5] .

Результаты и обсуждение. Высота черёмухи Маака в двух биогруппах колеблется от 2,5 до 9,0 м (таблица 1). Уровень варьирования высоты и диаметра ствола в биогруппах - от низкого до высокого. По высоте и диаметру ствола растения биогруппы Д7776 на 33,7-33,5 % превышают растения в биогруппе С43; по диаметру кроны различие имеет меньшее значение – 22,6 %. Хорошим ростом в биогруппе Д 7776 отличаются экземпляры № 1,7,9,10,11,12,13,14; в биогруппе С 43 - № 4,5,6,15,16,17. По данным А.А. Гуковой (1999), высота интродукционных популяций черемухи Маака составляет 3-11 м, диаметра ствола – 6-13 см, что говорит о хорошей адаптации вида в изучаемых условиях интродукции.

Высота растений яблони ягодной, произрастающей в одном отделении «А», различается на 18,6 %. Биогруппы, имеющие один номер, но растущие в разных отделениях (А687, Д687), отличаются по высоте на 16,3 %. Наибольших размеров достигают растения в биогруппах А 667 и С 44, превосходя остальные на 18,6-51,2 %. Коэффициент варьирования в биогруппах по высоте ствола - от 7,2 до 21,4 %. Наименьший уровень изменчивости по этому показателю выявлен в биогруппе С 44. Максимальный диаметр кроны (4,5 м) наблюдается в биогруппе А 667.

Таблица 1 – Показатели экземпляров в различных отделениях дендрария

Вид	Номер образца, возраст, лет	Показатель	min	max	X	+m	V, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Черемуха Маака	Д 7776, 30	высота, м	8,5	9,0	8,8	0,06	2,76
		диаметр ствола, см	9,0	14,0	12,7	0,42	13,7
		диаметр кроны, м	3,0	4,0	3,8	0,07	8,18
	С 43, 35	высота, м	2,5	8,0	6,4	0,30	20,9
		диаметр ствола, см	2,0	12,0	9,5	0,48	22,7
		диаметр кроны, м	1,5	4,0	3,1	0,14	19,9
Яблоня ягодная	А 667,50	высота, м	4,0	8,0	5,1	0,19	21,4
		диаметр ствола, см	4,5	13,5	7,9	0,38	26,5
		диаметр кроны, м	2,5	4,5	3,3	0,09	16,7
	А 687,50	высота, м	3,5	6,5	4,3	0,17	17,8
		диаметр ствола, см	4,0	12,0	7,3	0,49	29,1
		диаметр кроны, м	2,0	3,5	3,0	0,09	13,9
	Д 687,43	высота, м	3,5	6,0	5,0	0,20	16,5
		диаметр ствола, см	4,0	11,0	8,4	0,54	27,5
		диаметр кроны, м	3,0	5,5	4,3	0,16	15,9
	С44,50	высота, м	6,0	7,0	6,5	0,11	7,2
		диаметр ствола, см	7,5	11,5	9,9	0,25	11,4

		диаметр кроны, м	2,0	4,0	3,3	0,12	15,9
--	--	---------------------	-----	-----	-----	------	------

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что для основных биометрических показателей интродуцентов характерны уровни изменчивости от низкого до высокого. Выделены экземпляры, отличающиеся лучшими биометрическими показателями, ведется отбор маточников для получения селекционного посадочного материала, адаптированного в данных экологических условиях.

Литература.

1. Встовская, Т.Н. Древесные растения интродуценты Сибири. (Abelia – Ligustrum) [Текст] /Т.Н. Встовская.-Новосибирск: Наука, 1985.- 227 с.
2. Гукова, А.А. Эколого-биологические особенности черемухи Маака в условиях интродукции: дис...канд...биол. наук.- Красноярск: КГАУ, 1999.- 200 с.
3. Лоскутов Р.И. Интродукция декоративных древесных растений в южной части Средней Сибири.- Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1991.- 189 с.
4. Лобанов Г.А. Программа и методика сортоизучения плодовых и ягодных, орехоплодных культур / Г.А. Лобанов. - Мичуринский: ВНИИ садоводства им. И.В. Мичурина, 1973. - 495 с.
- 5.Царев, А.П. Селекция лесных и декоративных древесных пород / А.П. Царев, С.П. Погиба, Н.В. Лаур. – М.: Логос, 2014. - 552 с.

УДК: 631.535+631.535.2+631.8+635.92

РЕГЕНЕРАТИВНАЯ СПЕЦИФИКА СОРТОВ ГОРТЕНЗИИ ПРИ ЗЕЛЕНОМ ЧЕРЕНКОВАНИИ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

А.И. Шабанова, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов

Нижегородский государственный агротехнологический университет им. Л.Я Флорентьева, кафедра лесных культур

Реферат. Изложены результаты определения регенеративной способности зеленых черенков декоративных форм и сортов ряда видов рода Гортензия (*Hydrangea* L.) в летних вегетационных сооружениях на территории г. Нижнего Новгорода. Отмечена межсортная и индивидуальная фенотипическая изменчивость темпов образования и развития придаточных корней у черенков, полученных из однолетних фотосинтезирующих побегов представителей данного рода. Работы проведены стационарным и лабораторным методом исследований с учетом принципа единственного логического различия и требований к типичности, пригодности, целесообразности и надежности опыта. Цель исследования – установить влияние сортовой принадлежности на регенерационную способность сортов гортензии при укоренении черенков. Объекты исследований – одновозрастные репродуктивно зрелые особи сортов гортензии метельчатой: 'Sundae Fraise', 'Wim's Red', 'Dart's Little Dot', 'Strawberry

Blossom', 'Silver Dollar' и 'Phantom', дислоцированные в границах единого участка интродукционно-коллекционных посадок на территории дендрологического парка Нижегородского ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева. Его географические координаты 56°19'43.3"N, 44°0'7.2"E при абсолютной высоте 136 м. Предметом исследований выступала межсортовая специфика и индивидуальные особенности рассматриваемых растений в плане проявления ими регенерационной способности облиственных черенков, укореняемых в летних вегетационных сооружениях с пленочным укрытием. В работе использовали классические и апробированные современные методические схемы организации вегетационного опыта. Определены количественные параметры и даны сравнительные оценки тестируемых показателей у объектов исследования. Выявлены межсортовые и индивидуальные фенотипические различия параметров корневых систем однолетних зеленых черенков.

Ключевые слова: гортензия метельчатая, сорт 'Sundae Fraise', сорт 'Wim's Red', сорт 'Dart's Little Dot', сорт 'Strawberry Blossom', сорт 'Silver Dollar' и сорт 'Phantom', корнеобразование.

Введение. Ключевым инструментом создания гармоничной и функциональной среды обитания человека является ландшафтный дизайн в местах его проживания. Красивоцветущие кустарники представляют собой незаменимый элемент эстетической организации пространства. Последовательное обновление и расширение ассортимента городских искусственных насаждений лежит в контексте безотлагательного решения задач по неуклонному снижению напряженности экологической обстановки урбанизированных территорий большинства экономически развитых стран. Нижний Новгород, как и другие населенные пункты нашего региона, испытывают на себе влияние тех же проблем. Надежным средством в оптимизации параметров городской среды традиционно рассматриваются насаждения из деревьев и кустарников [13–15, 28, 37, 47]. Данный тезис основывается на представлениях о реальных возможностях выполнения ими декоративно-эстетических, санитарно-гигиенических и рекреационно-бальнеологических функций [12, 19, 43]. Успех решения непростых задач, стоящих перед профильными специалистами, в значительной степени будет определяться обоснованным формированием ассортимента городских посадок, что нередко требует активного привлечения наиболее полно адаптированных представителей не только аборигенной, но и инорайонной дендрофлоры. Нередко в этих целях привлекаются разнообразные представители как хвойных [31, 33–37], так и лиственных [1, 40–42, 51] экзотов, как различные виды деревьев [1, 12–15, 23, 24], так и кустарников [7, 12, 44–47]. Кафедра лесных культур Нижегородского ГАТУ на протяжении длительного периода времени осуществляет их интродукцию, пополняя ассортимент используемых пород за счет представителей туи западной (*Thuja occidentalis* L.) [10, 16, 17, 31], биоты

восточной (*Platycladus orientalis* (L.) Franco) [29, 30], туевика поникающего (*Thujaopsis dolabrata* (Thunb. ex L.f.) Siebold & Zucc.) [32], сосны горной (*Pinus mugo* Turra) [5, 44, 45], пузыреплодника калинолистного (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.) [11, 41, 42], голубики высокорослой (*Vaccinium corymbosum* L.) [39], различных видов березы (*Betula* L.): [1], лиственницы (*Larix* Mill.) [23–25], тиса (*Taxus* L.) [18, 21], можжевельника (*Juniperus* L.) [20, 47], ели (*Picea* A. Dietr.) [9, 33–37], включая ель колючую (*Picea pungens* Engelm.) [12, 43], Шренка (*Picea schrenkiana* Fisch. & C.A.Mey.) [7, 50], растений семейства маслиновые (*Oleaceae* Hoffmanns. & Link) [40, 49, 51], представителей рода Гортензия (*Hydrangea* L.) [46], и ряда других.

Сотрудники кафедры последовательно проводят изучение их биологии [1, 2, 8, 37] и экологических реакций [1, 8, 9, 36, 39], репродуктивной сферы [10] и приемов тиражирования посадочного материала семенного [7, 50] и вегетативного [11, 16, 17, 21, 32, 35, 40–42, 49, 51] происхождения. Многочисленные представители рода Гортензия (*Hydrangea* L.) как весьма эффектный ландшафтный элемент отвечают всем современным требованиям садового дизайна и представляет особый интерес для профессионалов и любителей садоводства. Сегодня сформировался спрос на декоративные растения с длительным периодом цветения, способные украшать сад на протяжении нескольких месяцев. Гортензии в этом отношении весьма универсальны – их широко используют в одиночных посадках и сложных композициях. Это быстрорастущие красивоцветущие кустарники, которые обладают некоторой теневыносливостью, и достаточно высокой морозостойкостью (до -25°C), устойчивые к загазованности городской среды. Вышесказанное делает весьма актуальными вопросы тиражирования столь ценного кустарника. Вместе с тем широкое распространение указанных растений в Нижегородском Поволжье во много зависит от адаптированности к сложившемуся экологическому фону, для оценки достаточности которой требуются глубокие исследования их биологии, включая разнообразные характеристики фотосинтезирующей сферы растений. Вместе с тем подобные работы в регионе пока еще неактивны и, как следствие, ограничено количество публикаций по указанным вопросам [46].

Цель исследования – установить влияние сортовой принадлежности на регенерационную способность сортов гортензии метельчатой (*Hydrangea paniculata* Siebold) при укоренении физиологически активных черенков.

Объекты и методика исследований. Объектами исследований служили одновозрастные репродуктивно зрелые особи ряда сортов гортензии метельчатой (*Hydrangea paniculata* Siebold,) : 'Sundae Fraise', 'Wim's Red', 'Dart's Little Dot', 'Strawberry Blossom', 'Silver Dollar' и 'Phantom', дислоцированные в границах единого участка интродукционно-коллекционных посадок на территории дендрологического парка Нижегородского ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева. Его географические координаты 56°19'43.3"N, 44°0'7.2"E при абсолютной высоте 136 м. Все учетные растения на нем имели одинаковую площадь питания и размещались по общим схемам посадки. Предметом исследований выступала межсортовая специфика и индивидуальные особенности рассматриваемых растений в плане проявления ими регенерационной способности облиственных стеблевых черенков, укореняемых в летних вегетационных сооружениях с пленочным укрытием.

Все маточные растения имели одинаковую площадь питания и размещались при коллекционных посадках Нижегородского ГАТУ с географическими координатами 56°19'43.3"N, 44°0'7.2"E и абсолютной высоте 136 м. По актуальной системе лесорастительного районирования указанная территория входит в зону хвойно-широколиственных лесов и относится к хвойно-широколиственному лесному району Европейской части Российской Федерации (3 лесорастительный район). В его границах распространены серые лесные и дерново-подзолистые и подзолистые почвы. [3], а климат характеризуется умеренно теплым и влажным летом и умеренно суровой снежной зимой. Такие лесорастительные условия вполне благоприятны для интродукции и успешного произрастания обширного перечня видов деревьев и кустарников, в числе которых и представители гортензии метельчатой [46].

Организация опыта базировалась на ключевых требованиях к его типичности, пригодности целесообразности, надежности, а также на принципе единственного логического различия. Согласно принятому подходу, для лабораторных исследований использованы одновозрастные растения, представлявшие собой вегетативное потомство вышеуказанных форм и сортов: всего 6 сортообразца по 3 модельных растения. С каждого из них одновременно срезали однотипные одновозрастные приросты текущего года, находящиеся в одинаковом полуудревесневшем состоянии и не имевшие признаков повреждения биотическими и абиотическими факторами или отклонений от нормального развития. В случае обнаружения следов повреждения биотическими и абиотическими факторами или выявления отклонений от

нормального развития (слишком тонкие побеги) образцы отбраковывали. Местом заготовки являлась периферия среднего яруса хорошо освещенного участка кроны. В работе использовали классические и апробированные современные методические схемы организации вегетационного опыта [11, 16, 21, 32, 35, 40–42, 49, 51].

Одинаковый возраст учетных растений и одновременный отбор биологических образцов позволили исключить влияние хронографического фактора на формирование различий между исследуемыми растениями. Их дислокация в границах единого участка на однородных почвах с одинаковыми условиями среды обеспечила элиминацию влияния пространственного фактора на формирование общего фона фенотипической дисперсии исследуемых признаков. Повысить информативность данных о регенерационной способности черенков изучаемых растений позволило включение производных признаков в состав анализируемых показателей [4, 6]. Такой подход активно используется в лесоводственных [22, 33, 34] и биологических [25–27, 29–31] исследованиях, как с хвойными [4–10, 29–32], так и лиственными [14–16, 28, 39–42] древесно-кустарниковыми породами. Прежде всего, их привлекают для оценки характеристик, недоступных для непосредственного замера и фиксации. Как правило, они представлены относительными и удельными величинами, коэффициентами, индексами и пр. [4–10]. Статистический анализ с оценкой изменчивости по шкале Мамаева [38] выполнен согласно общепризнанным в лесоводственных исследованиях методам.

Результаты и их обсуждение. Способность к укоренению сортов гортензии метельчатой в холодных парниках с пленочным покрытием оказалась неодинаковой как в части собственно общей доли укоренившихся черенков с корнями разной длины, так и в отношении протяженности осевого корня, боковых корней и общей протяженности корней, а также долей боковых корней (таблицы 1 – 5). Один из наиболее важных параметров корневых систем – длина лидирующего корня – был весьма вариабельным (см. табл. 1).

Таблица 1 – Длина осевого корня черенков сортовой гортензии^{1, 2}

№	Вариант	M	± m	СКО	max.	min.	Δlim	Cv,%	P,%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Сорт 1	8,90	2,021	6,39	15,00	0,00	15,00	71,81	22,71
2	Сорт 2	4,26	1,668	5,28	11,60	0,00	11,60	123,84	39,16
3	Сорт 3	7,15	1,732	5,48	13,00	0,00	13,00	76,60	24,22
4	Сорт 4	5,09	1,775	5,61	16,40	0,00	16,40	110,31	34,88
5	Сорт 5	12,45	1,804	5,71	19,50	0,00	19,50	45,82	14,49

6	Сорт 6	12,74	2,583	8,17	23,20	0,00	23,20	64,12	20,27
Обобщенное значение	Total	8,43	0,876	6,79	23,20	0,00	23,20	80,48	10,39

¹Показатели: М – среднее арифметическое, см; СКО – среднеквадратическое отклонение, см; max. – максимальное значение, см; min. – минимальное значение, см; Δlim – диапазон значений, см; ± m – статистическая ошибка выборочного среднего, см; Cv, – коэффициент вариации, %; t – критерий Стьюдента; Р – относительная ошибка или точность опыта, %.

²Сорта: 1 – ‘Sundae Fraise’, 2 – ‘Wim’s Red’, 3 – ‘Dart’s Little Dot’, 4 – ‘Strawberry Blossom’, 5 – ‘Silver Dollar’, 6 – ‘Phantom’.

Преобладающая по величине длина лидирующего корня сортов (см. табл. 1) была установлена у следующих сортов: ‘Phantom’ (сорт 6) – 12,74±2,583 см и ‘Silver Dollar’ (сорт 5) – 12,45±1,804 см. Минимум из испытанных вариантов демонстрировали ‘Wim’s Red’ (сорт 2) – 4,26±1,668 см и ‘Strawberry Blossom’ (сорт 4) – 5,09±1,775 см. Остальные сорта показали центральное положение в массиве по отношению к лимитам. Обобщенное для всех вариантов опыта среднее значение составило 8,43±0,876 см. Наибольшее значение у сорта 6 превысило соответствующий ему минимум, зафиксированный у сорта 2 – в 2,99 раза или на 8,48 см. Диапазон лимитов (Δlim= max. – min.) для полного комплекса опытных данных достиг 23,20 см (max.=23,20 см; min.=0,00 см) при их бесконечно большом соотношении. В целом, анализируемый параметр крайне нестабилен, и общая для всего массива данных изменчивость в оценках по коэффициенту вариации (Cv=80,48 %) относилась к очень высокому уровню шкалы Мамаева (Cv > 50 %). При этом её общий фон у отдельных сортов различался (Cv=45,82...123,84 %) и соответствовал высокому (Cv=36...50 %) или очень высокому (Cv > 50 %) уровню той же шкалы.

Не менее значимым в определении количественных характеристик корневых систем, формирующихся на стеблевых черенках, является количество образовавшихся боковых придаточных корней (см. табл. 2).

Таблица 2 – Количество боковых корней на черенках сортовой гортензии^{1, 2}

№	Вариант	М	± m	СКО	max.	min.	Δlim	Cv,%	P,%
1	Сорт 1	26,80	6,150	19,45	50,00	0,00	50,00	72,56	22,95
2	Сорт 2	15,40	5,956	18,83	50,00	0,00	50,00	122,30	38,67
3	Сорт 3	18,40	4,418	13,97	37,00	0,00	37,00	75,92	24,01
4	Сорт 4	12,30	2,459	7,78	25,00	0,00	25,00	63,21	19,99
5	Сорт 5	33,40	4,571	14,45	49,00	0,00	49,00	43,28	13,69
6	Сорт 6	30,70	5,708	18,05	47,00	0,00	47,00	58,79	18,59
Обобщенное значение	Total	22,83	2,221	17,20	50,00	0,00	50,00	75,34	9,73

¹Показатели: М – среднее арифметическое, шт.; СКО – среднее квадратическое отклонение, шт.; max. – максимальное значение, шт.; min. – минимальное значение, шт.; Δlim – диапазон значений, шт.; $\pm m$ – статистическая ошибка выборочного среднего, шт.; Cv, – коэффициент вариации, %; t – критерий Стьюдента; P – относительная ошибка или точность опыта, %.

²Сорта: 1 – ‘Sundae Fraise’, 2 – ‘Wim’s Red’, 3 – ‘Dart’s Little Dot’, 4 – ‘Strawberry Blossom’, 5 – ‘Silver Dollar’, 6 – ‘Phantom’.

При анализе количества боковых корней на черенках испытываемых растений (см. табл. 2) можно заметить, что наибольшее их количество отмечено преимущественно в тех же вариантах опыта, что и по длине лидирующего корня: у ‘Silver Dollar’ (сорт 5) – $33,40 \pm 4,571$ шт., у ‘Phantom’ (сорт 6) – $30,70 \pm 5,708$ шт., а также у ‘Sundae Fraise’ (сорт 1) – $26,80 \pm 6,150$ шт. В остальных вариантах опыта результаты были ощутимо ниже. Минимум значения признака выявлен, как и в случае с осевым корнем (см. табл. 1), у ‘Dart’s Little Dot’ (сорт 4) – $12,30 \pm 2,459$ шт. На фоне обобщенного для всех вариантов опыта значения ($22,83 \pm 2,221$ шт.) превышение значений максимума над минимумом по этому признаку было в 2,72 раза или на 21,1 шт. Диапазон лимитов ($\Delta\text{lim} = \text{max.} - \text{min.}$) для полного комплекса опытных данных достиг 50 шт. ($\text{max.} = 50,0$ шт.; $\text{min.} = 0,0$ шт.) при бесконечно большом соотношении. Это указывает на то, что анализируемый признак нестабилен: общая для всего массива данных изменчивость ($\text{Cv} = 75,34\%$) соответствовала очень высокому уровню шкалы Мамаева высокому ($\text{Cv} > 50\%$). Общий фон разброса значений у отдельных сортов столь же неоднороден ($\text{Cv} = 43,28 \dots 122,30\%$) и преимущественно также соответствовал очень высокому ($\text{Cv} > 50\%$), а в одном случае – высокому ($\text{Cv} = 36 \dots 50\%$) уровню той же шкалы.

Интегральным и наиболее информативным показателем успешности протекания процессов ризогенеза и пострегенеративного развития новообразований в оценках по их линейным параметрам выступает общая протяженность корневых систем (см. табл. 3). В рассматриваемом опыте она сохранила в основных чертах картину вышеописанных признаков (см. табл. 1, 2). Лучшие результаты были отмечены у сортов: ‘Silver Dollar’ (сорт 5) – $68,34 \pm 9,333$ см., ‘Phantom’ (сорт 6) – $62,03 \pm 11,801$ см, а также у ‘Sundae Fraise’ (сорт 1) – $62,11 \pm 14,071$ см. Минимум длины отмечен у ‘Strawberry Blossom’ (сорт 4) – $20,15 \pm 6,069$ см.

Таблица 3 – Общая протяженности корневых систем сортовой гортензии^{1, 2}

№	Вариант	М	$\pm m$	СКО	max.	min.	Δlim	Cv, %	P, %
1	Сорт 1	62,11	14,071	44,50	104,40	0,00	104,40	71,64	22,65
2	Сорт 2	32,95	14,400	45,54	117,00	0,00	117,00	138,20	43,70

3	Сорт 3	33,28	8,363	26,45	67,70	0,00	67,70	79,47	25,13
4	Сорт 4	20,15	6,069	19,19	57,90	0,00	57,90	95,24	30,12
5	Сорт 5	68,34	9,333	29,51	100,70	0,00	100,70	43,19	13,66
6	Сорт 6	62,03	11,801	37,32	96,90	0,00	96,90	60,16	19,02
Обобщенное значение	Total	46,48	4,95	38,31	117,00	0,00	117,00	82,44	10,64

¹Показатели: М – среднее арифметическое, см; СКО – среднеквадратическое отклонение, см; max. – максимальное значение, см; min. – минимальное значение, см; Δlim – диапазон значений, см; ± m – статистическая ошибка выборочного среднего, см; Cv, – коэффициент вариации, %; t – критерий Стьюдента; Р – относительная ошибка или точность опыта, %.

²Сорта: 1 – ‘Sundae Fraise’, 2 – ‘Wim’s Red’, 3 – ‘Dart’s Little Dot’, 4 – ‘Strawberry Blossom’, 5 – ‘Silver Dollar’, 6 – ‘Phantom’.

При уровне обобщенного для всех вариантов опыта значения в 46,48±4,95 см (вариант Total) наибольшая средняя величина признака по отдельным сортам превысила соответствующий минимум в 3,39 раза, или на 40,19 см.

Диапазон лимитов (Δlim= max. – min.) при этом достиг 117,0 см (max.=117,0 см; min.=0,0 см). Вполне логично, что указанный параметр нестабилен (Cv=82,44 %), и его общая дисперсия соответствовала очень высокому уровню изменчивости по шкале Мамаева (Cv > 50 %), как и аналогичные оценки отдельных сортов.

Доминирующую часть в общей массе корневых систем составляет суммарная протяженность боковых корней (см. табл. 4).

Таблица 4 – Суммарная протяженность боковых корней сортовой гортензии^{1, 2}

№	Вариант	М	± m	СКО	max.	min.	Δlim	Cv,%	P,%
1	Сорт 1	53,21	12,243	38,72	93,40	0,00	93,40	72,76	23,01
2	Сорт 2	28,69	12,963	40,99	105,40	0,00	105,40	142,88	45,18
3	Сорт 3	26,13	6,719	21,25	55,10	0,00	55,10	81,32	25,71
4	Сорт 4	15,06	4,518	14,29	41,50	0,00	41,50	94,88	30,00
5	Сорт 5	55,89	7,699	24,35	86,40	0,00	86,40	43,56	13,78
6	Сорт 6	49,29	9,785	30,94	83,90	0,00	83,90	62,78	19,85
Обобщенное значение	Total	38,05	4,212	32,62	105,40	0,00	105,40	85,75	11,07

¹Показатели: М – среднее арифметическое, см; СКО – среднеквадратическое отклонение, см; max. – максимальное значение, см; min. – минимальное значение, см; Δlim – диапазон значений, см; ± m – статистическая ошибка выборочного среднего, см; Cv, – коэффициент вариации, %; t – критерий Стьюдента; Р – относительная ошибка или точность опыта, %.

²Сорта: 1 – ‘Sundae Fraise’, 2 – ‘Wim’s Red’, 3 – ‘Dart’s Little Dot’, 4 – ‘Strawberry Blossom’, 5 – ‘Silver Dollar’, 6 – ‘Phantom’.

Как видно из материалов таблицы 4, тенденции для показателя суммарной протяженности боковых корней оказались идентичными проявлениям предыдущих признаков (см. табл. 1 – 3). В этом случае также

преобладали оценки следующих сортов: 'Silver Dollar' (сорт 5) – 55,89±7,699 см., 'Phantom' (сорт 6) – 49,29±9,785 см, а также у 'Sundae Fraise' (сорт 1) – 53,21±12,243 см. Наименьшая длина наблюдалась у 'Strawberry Blossom' (сорт 4) – 15,06±4,518 см. Превышение большей оценки над меньшей составило 40,83 см или в 3,71 раза, а диапазон лимитов ($\Delta\text{lim} = \text{max.} - \text{min.}$) достиг 105,40 см ($\text{max.} = 105,40$ см; $\text{min.} = 0,00$ см). В соответствии с этим указанный признак весьма нестабилен: общая для всех сортов изменчивость в оценках по коэффициенту вариации ($C_v = 85,75\%$) находилась на очень высоком уровне ($C_v > 50\%$) принятой для такого анализа шкалы. Дисперсия у отдельных сортов столь же значительна ($C_v = 43,56 \dots 142,88\%$) и преимущественно соответствовал очень высокому, реже – высокому ($C_v = 36 \dots 50\%$) уровням той же шкалы.

Выступая показателем сбалансированности развития корневых систем, доля боковых корней в их общей протяженности косвенно определяет характер протекания процессов ризогенеза и пострегенеративного развития придаточных новообразований на черенках (см. табл. 5).

Таблица 5 – Доля боковых корней в общей протяженности корневых систем^{1, 2}

№	Вариант	М	$\pm m$	СКО	max.	min.	Δlim	$C_v, \%$	P, %
1	Сорт 1	59,64	13,06	41,31	89,46	0,00	89,46	69,26	21,90
2	Сорт 2	42,38	14,28	45,16	95,25	0,00	95,25	106,55	33,69
3	Сорт 3	54,24	11,91	37,67	84,82	0,00	84,82	69,44	21,96
4	Сорт 4	65,39	9,13	28,85	93,09	0,00	93,09	44,13	13,95
5	Сорт 5	73,55	8,23	26,01	85,99	0,00	85,99	35,36	11,18
6	Сорт 6	62,82	10,65	33,66	88,84	0,00	88,84	53,59	16,95
Обобщенное значение	Total	59,67	4,630	35,87	95,25	0,00	95,25	60,11	7,76

¹Показатели: М – среднее арифметическое, %; СКО – среднеквадратическое отклонение, %; max. – максимальное значение, %; min. – минимальное значение, %; Δlim – диапазон значений, %; $\pm m$ – статистическая ошибка выборочного среднего, %; C_v – коэффициент вариации, %; t – критерий Стьюдента; P – относительная ошибка или точность опыта, %.

²Сорта: 1 – 'Sundae Fraise', 2 – 'Wim's Red', 3 – 'Dart's Little Dot', 4 – 'Strawberry Blossom', 5 – 'Silver Dollar', 6 – 'Phantom'.

Как и предыдущие признаки (см. табл. 1 – 4), этот количественный параметр у разных сортов так же был неодинаковым. В частности, у ряда сортов он был более высоким (превысил обобщенное значение Total): у 'Strawberry Blossom' (сорт 4) – 65,39±9,125 %; 'Silver Dollar' (сорт 5) – 73,55±8,225 %; 'Phantom' (сорт 6) – 62,82±10,645 %. У других – значительно меньше: 'Wim's Red' (сорт 2) – 42,38±14,281 %. Сопоставление наибольшей и

наименьшей оценок сформировало превышение первой над второй в 1,74 раза или на 31,17 %. На этом фоне изменчивости обобщенное для всех сортов значение признака составило $59,67 \pm 4,630$ %, а его диапазон лимитов ($\Delta \text{lim} = \text{max.} - \text{min.}$) – 95,25 ($\text{max.} = 95,25$; $\text{min.} = 0,00$). При этом что указанный показатель, как и все ранее рассматриваемые (см. табл. 1 – 4), весьма вариабелен, его общая для всего массива данных изменчивость в оценках по коэффициенту вариации была несколько меньше ($C_v = 60,11$ %), хотя и соответствовала очень высокому уровню шкалы Мамаева ($C_v > 50$ %). Подобные оценки у отдельных сортов неоднородны ($C_v = 35,36 \dots 106,55$ %) и соответствовали повышенному ($C_v = 25 \dots 36$ %), высокому ($C_v = 35 \dots 50$ %), или очень высокому ($C_v > 50$ %) уровням той же шкалы.

В порядке осуждения результатов можно отметить, что изменчивость анализируемых признаков была весьма высокой при анализе обобщенного показателя по комплексу сортов и внутри сортов – в подавляющем числе случаев выше 60 %, что соответствует очень высокому уровню изменчивости по шкале Мамаева. Это обусловлено тем, что по всем сортам выявлены черенки, не продемонстрировавшие образования корней и зафиксированные в комплексе как значение «0». Это повлияло и на показатели относительной ошибки, она по всем признакам превышала установленные 5% значения. Если бы черенки с нулевым количеством корней были исключены, то масштабы изменчивости принципиально уменьшились, и точность опыта восстановила бы необходимые границы. Также установлено, что у рассматриваемых в настоящей статье представителей ряда сортов гортензии метельчатой, таких как: *'Sundae Fraise'*, *'Wim's Red'*, *'Dart's Little Dot'*, *'Strawberry Blossom'*, *'Silver Dollar'* и *'Phantom'*, формируется достаточное количество придаточных корней, образующих в конце вегетационного периода хорошо развитую корневую систему, способную обеспечить их дальнейший рост и устойчивое существование в сложившихся экологических условиях. Вместе с тем найденные оценки ризогенеза и пострегенеративного развития у сравниваемых между собой сортов, а также отдельных учетных растений в их составе неодинаковы и подвержены как межсортной (генотипически обусловленной), так и индивидуальной (ненаследуемые различия между особями одного сорта) изменчивости. Полученные на данном этапе работы результаты в полной мере соответствуют сведениям о регенерационной способности стеблевых черенков, полученным другими авторами для широкого списка хвойных [16, 17, 21, 32, 35,] и лиственных [11, 40–42, 49, 51] видов деревьев и кустарников.

Выводы

1. Испытанные по способности к укоренению сорта гортензии метельчатой (*Hydrangea paniculata* Siebold), относящиеся в условиях Нижегородской области к интродуцированным видам, проявили высокую способность к корнеобразованию при размножении стеблевыми зелеными черенками в холодных парниках с пленочным покрытием.

2. Учитывая, что испытываемые сорта гортензии метельчатой проявили различия в корнеобразовании на выровненном эко фоне (выращивание в одном парнике с одинаковым субстратом, условиями освещения, увлажнения и др.), можно признать такие различия носящими наследственный характер.

3. Успешность протекания процессов ризогенеза и пострегенеративного развития черенков исследованных сортообразцов обеспечивает их нормальный рост и развитие в условиях Нижегородской области, а также создает перспективы для широкого введения указанных растений в состав объектов озеленения в населенных пунктах нашего региона.

Литература

1. Бабаев Р.Н., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментация листовых пластин представителей рода береза (*Betula* L.) // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2022. Т. 26. № 3. С. 29–38. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-3-29-38
2. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Есичев А.О. Оценка физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) в условиях Нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 1. С. 9–17. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.1.9
3. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Храмова О.Ю., Клишина Л.И., Печникова Н.Д., Бессчетнов П.В. Показатели химического и гранулометрического состава дерново-подзолистых почв под сосновыми лесами на территории заповедника «Керженский» Нижегородской области // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. С. 14–24.
4. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. 368 с.
5. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментный состав хвои саженцев сосны горной и сосны обыкновенной в Нижегородской области // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 4. С. 5–18. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-4-5-18
6. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Ершов П.В. Генотипическая обусловленность пигментного состава хвои плюсовых деревьев ели европейской // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 1. С. 63–76. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.63
7. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кентбаева Б.А., Кентбаев Е.Ж., Мамонов Е.И., Запольнов В.Е. Рост сеянцев ели Шренка (*Picea schrenkiana*) в условиях интродукции в Нижегородскую область // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 238. С. 67–87. DOI: 10.21266/2079-4304.2022.238.67-87
8. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Котынова М.Ю. Сезонный характер содержания пигментов в хвое туи западной в условиях Нижегородской области // Труды Санкт-

- Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2022. № 3. С. 38–58. DOI 10.21178/2079–6080.2022.3.3
9. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кулькова А.В., Мишукова И.В. Содержание крахмала в тканях побегов разных видов ели (*Picea A. Dietr.*) в условиях интродукции // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2017. № 4. С. 57–68. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.4.57
10. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Локтева А.В., Котынова М.Ю., Королев В.Г. Сравнительная оценка сортов туи западной (*Thuja occidentalis* L.) по морфометрическим показателям шишек // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2024. Матер. XIII Межд. науч.-практ. конф.: г. Саратов - Нижний Новгород: 4-5 апреля 2024 года / Под науч. ред. О.Б.Сокольской, И.Л.Воротникова, Д.А. Соловьёва. – Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГАТУ, 2024. С. 232 – 239.
11. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Миронова А.Ю., Бабич Н.А, Сунгурова Н.Р. Укоренение черенков декоративных форм и сортов пузыреплодника калинолистного в условиях Нижегородской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2025. № 1. С. 121–137. DOI 10.21178/2079–6080.2025.1.121
12. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Паникаров И.И. Пылезадерживающая способность хвои ели колючей в насаждениях г. Нижнего Новгорода. // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024;1(247). С. 188–208. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.247.188-208
13. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Сатанова А.Д., Шубников Н.И. Пигментный состав листьев тополей в объектах озеленения Нижнего Новгорода // Вестник Нижегородского государственного агротехнологического университета. 2023. № 4 (40). С. 13–23.
14. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Сатанова А.Д., Шубников Н.И. Взаимозависимость показателей пигментного состава листового аппарата тополей в дендрологической коллекции Нижегородского ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. стат. по матер. Всеросс. науч.-практ. онлайн конф. с междунар. участ: г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева, 2025. С. 262–272.
15. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Сатанова А.Д., Шубников Н.И. Видоспецифичность пигментного состава листьев тополей в объектах озеленения Нижнего // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. стат. по матер. Всеросс. науч.-практ. онлайн конф. с междунар. участ: г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ им. Л.Я. Флорентьева, 2025. С. 273–282.
16. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Храмов Р.Н. Влияние модифицированного фотолуминофором агротекстиля спанбонд на укоренение черенков туи западной (*Thuja occidentalis* L.) // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 2. С. 17–26. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-2-17-26
17. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Храмов Р.Н., Бабич Н.А., Мелехов В.И. Синтетические укрытия вегетационных сооружений с интегрированным фотолуминофором в укоренении черенков туи западной // Известия вузов. Лесной журнал. 2024 г., вып. 2, апрель, С. 29–48, DOI:10.37482/0536-1036-2024-2-29-48
18. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Широков А.И., Вышегородцев А.В. Пигментный состав хвои тиса при интродукции в Нижегородской области // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: Матер. XIII Междунар. науч.-тех. конф. Екатеринбург, 2-4 февраля 2021 г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2021. С. 55–59.
19. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов П.В. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия вузов. Лесной журнал. 2021. № 5. С. 48–64.

20. Вилков А.С., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание хлорофилла в хвое можжевельника виргинского в условиях Нижегородской области // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. стат. по матер. Всеросс. науч.-практ. онлайн конф. с межд. участ. г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ, 2025. С. 282–287.
21. Вышегородцев А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Широков А.И. Видоспецифичность регенеративной способности черенков тиса при интродукции в Нижегородскую область // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. XLI, № 2. С. 118–132. DOI: 10.53374/1993-0135-2023-2-118-132
22. Ершов П.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многомерная оценка плюсовых деревьев ели европейской (*Picea abies*) по пигментному составу хвои // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. Вып. 233. С. 78–99.
23. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Бабищ А.Н., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Содержание и баланс запасных веществ в побегах лиственницы сибирской в условиях реинтродукции в Нижегородскую область // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2022. Т. 26. № 1. С. 17–27. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-1-17-27
24. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Внутривидовая изменчивость состояния ксилемы побегов лиственницы сибирской при интродукции в Нижегородскую область // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2021. № 3 (51). С. 28–40. DOI: 10.25686/2306-2827.2021.3.28
25. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание жиров в тканях побегов лиственницы сибирской в условиях интродукции в Нижегородскую область / А.О. Есичев, Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов // Хвойные бореальной зоны. – 2021. – Т. XXXIX, № 3. С. 180–190.
26. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Видоспецифичность пигментного состава хвои представителей рода лиственница // Хвойные бореальной зоны. 2021. Т. XXXIX, № 4. С. 313–321.
27. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Наследственная обусловленность пигментного состава хвои представителей рода лиственница // Лесной вестник/Forestry bulletin. 2021. Т. 25, № 5. С. 5–13. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-5-5-13
28. Иванов Д.А., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание крахмала в побегах типичной и декоративной формы клена остролистного в объектах озеленения Нижнего Новгорода // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. стат. по матер. Всеросс. науч.-практ. онлайн конф. с межд. участ. г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ, 2025. С. 287–291.
29. Кентбаева Б.А., Кентбаев Е.Ж., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Мурадов К.П. Содержание и соотношение пластидных пигментов в хвое биоты Восточной при интродукции // Хвойные бореальной зоны. 2024. Т. XLII, № 3. С. 13–22. DOI: 10.53374/1993-0135-2024-3-13-22
30. Кентбаева Б.А., Кентбаев Е.Ж., Мурадов К.П., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Изменчивость содержания хлорофилла в хвое биоты восточной при интродукции // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2024. Матер. XIII Межд. науч.-практ. конф.: г. Саратов - Нижний Новгород: 4-5 апреля 2024 г. / Под науч. ред. О.Б. Сокольской, И.Л. Воротникова, Д.А. Соловьёва. Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГАТУ, 2024. С. 204–2013.
31. Котынова М.Ю., Ханявин А.И., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментный состав хвои декоративных форм и сортов туи западной (*Thuja occidentalis*) в условиях Нижегородской области // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2024. № 2 (62). С. 31–45. DOI: 10.25686/2306-2827.2024.2.31

32. Кудряшов В.С., Петрова Е.С., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Корреляция показателей ризогенеза и пострегенеративного развития черенков туевого поникающего // Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения. Сб. науч. ст. по матер. всерос. (нац.) науч.-практ. конф.: г. Нижней Новгород, 25 ноября 2022 г. / под общ. ред. Н.Н. Бессчетновой. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2022. С. 302–314.
33. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрический анализ в оценке видоспецифичности представителей рода ель (*Picea*) // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2018. № 6. С. 23–38. DOI: 10.17238/issn0536- 1036.2018.6.23
34. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Многопараметрическая оценка таксономической близости видов ели (*Picea A. Dietr.*) по пигментному составу хвои // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2018. № 1(37). С. 5–18.
35. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Применение стимулирующей обработки в укоренении черенков ели Коники // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2020. Вып. 232. С. 79–91. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.79-91
36. Кулькова А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сезонные изменения пигментного состава хвои представителей рода ель в Нижегородской области // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 22–39. DOI: 10.21266/2079-4304.2021.235.22-39
37. Локтева А.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Биологические особенности представителей рода ель (*Picea A. Dietr.*) в структуре урбоэкосистем // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2023. Матер. XII Межд. науч.-практ. конф., Саратов-Нижний Новгород, 06-07 апреля 2023 г. Саратов-Нижний Новгород: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова, Нижегородский государственный агротехнологический университет, 2023. С. 7–21.
38. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: Труды Института экологии растений и животных. Свердловск, 1969. – С. 3–38.
39. Мариничева Т.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Накопление хлорофиллов листьями сортовой голубики в условиях Нижегородского Поволжья // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. стат. по матер. Всерос. науч.-практ. онлайн конф. с межд. участ. г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ, 2025. С. 364–368.
40. Мартынова Н.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Мартынов Р.В. Влияние биологически активных препаратов при стимулировании черенков бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare L.*) // От биопродуктов к биоэкономике. Матер. IV Межрег. Науч.-практ. конф. (с международным участием): 23–24 сентября 2021 г. / под ред. А.Н. Лукьянова. – Барнаул: Изд-во Алтайского университета, 2021. С. 77–81.
41. Миронова А.Ю., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Регенерационная способность черенков декоративных форм и сортов пузыреплодника калинолистного при интродукции в Нижегородскую область // Хвойные бореальной зоны. 2024. Т. XLII, № 4. С. 62–74. DOI: 10.53374/1993-0135-2024-4-62-74
42. Миронова А.Ю., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Гаврилова А.А. Развитие черенков декоративных форм и сортов пузыреплодника калинолистного при укоренении с использованием свето-трансформирующих укрытий // Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения. Сб. науч. ст. по матер. всерос. (нац.) науч.-практ. конф.: г. Нижней Новгород, 25 ноября 2022 г. / под общ. ред. Н.Н. Бессчетновой. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2022. С. 314–324.
43. Паникаров И.И., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Взаимозависимость параметров хвои ели колючей в определении её пылезадерживающей способности //

Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. XLI, № 6. С. 495–503. DOI: 10.53374/1993-0135-2023-6-495-503

44. Прохоров Я.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание хлорофиллов в хвое сосны горной в городских условиях Нижнего Новгорода // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. стат. по матер. Всеросс. науч.-практ. онлайн конф. с межд. участ. г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ, 2025. С. 392–396.

45. Прохоров Я.В., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание каротиноидов в хвое сосны горной при интродукции в Нижегородскую область // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. Матер. XXI Всеросс. (нац.) науч.-тех. конф. студ. и асп.: г. Екатеринбург, 1-14 апреля 2025 г. Екатеринбург: УГЛТУ, 2025. С. 367–371.

46. Шабанова А.И., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., И.И. Паникаров. Накопление сухого вещества листьями гортензии в условиях экологического фона Нижнего Новгорода // Лесное хозяйство: стратегия и перспективы развития. Сб. науч. стат. по матер. Всеросс. науч.-практ. онлайн конф. с межд. участ. г. Нижней Новгород, 18 декабря 2024 г. Нижний Новгород: Нижегородский ГАТУ, 2025. С. 418–422.

47. Шишкина В.П., Вилков А.С., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Пигментный состав хвои форм и сортов можжевельника в объектах озеленения Нижнего Новгорода // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики – 2025. Матер. XIV Межд. науч.-практ. конф.: г. Саратов - Нижний Новгород, 3-4 апреля 2025 г. / Под науч. ред. О.Б. Сокольской, Д.А. Соловьева, Н.Н.Бессчетновой. Саратов - Нижний Новгород: Вавиловский университет, НГАТУ, 2025. С. 250–258.

48. Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Babich N.A., Bryntcev V.A. Differentiation of the plus trees of Scots pine on the physiological status of xylem // Lesnoy Zhurnal [Russian Forestry Journal]. 2023. № 4. P. 9-25. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-4-9-25

49. Khramov R.N., Martynova N.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Luponosov Y.N. The effectiveness of agrotexile cover with organic photoluminophore in rooting cuttings of Hungarian lilac (*Syringa josikaea* J. Jacq. ex Rchb.) // BIO Web of Conferences. International Scientific and Practical Conference “Sustainable Development of Traditional and Organic Agriculture in the Concept of Green Economy” (SDGE 2021). Section Agrobiotechnology in Crop and Livestock Production. 2022. Volume 42, Article Number 01017. Number of page(s) 7. Pp. 1–7. DOI: 10.1051/bioconf/20224201017

50. Kul'kova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Kentbaev Y.Zh., Kentbaeva B.A. Growth of Schrenk's Spruce (*Picea schrenkiana*) Seedlings Related to the Pre-Sowing Stimulating Seed Treatment // Russian Forestry Journal. 2022. № 4. С. 39–51. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-4-39-51

51. Martynova, N.V., Besschetnova, N.N., Besschetnov, V.P., Martynov, R.V. Effectiveness of stimulating treatment cuttings of privet common (*Ligustrum vulgare* L.) with biologically active preparations // Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions. International Forestry Forum: Voronezh, Russian Federation, 9-10 September 2021, Voronezh, Russian Federation. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2021. (Published online: 10 November 2021). Volume 875. Article number 012081. Pp. 1–8. DOI: 10.1088/1755-1315/875/1/012081

СЕКЦИЯ 5: БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РОСТА И РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ РАСТЕНИЙ.

УДК 630.161:581.5

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БОЯРЫШНИКА

*Б.А. Кентбаева¹, доктор биологических наук, профессор
Н.Н. Бессчетнова², доктор сельскохозяйственных наук, профессор
В.П. Бессчетнов², доктор биологических наук, профессор
Е.Ж. Кентбаев¹ доктор сельскохозяйственных наук, профессор*

¹Казахский национальный аграрный
исследовательский университет.

E-mail: kentbayev@mail.ru

²ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный
агротехнологический университет им.Л.Я.Флорентьева»,

E-mail: lesfak@bk.ru

Реферат. Объектами изучения являются 18 видов боярышников различного географического происхождения, произрастающих на одном выровненном экологическом фоне в условиях арборетума Иссыкского государственного дендрологического парка Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан (МЭПР РК). В статье приведены результаты статистической обработки 18 видов боярышника по показателям осмотического потенциала. Акклиматизируемые растения довольно устойчивы к климату арборетума, их биологический ритм приближается к уровню аборигенов. Работы по интродукции боярышников в Иссыкском дендропарке были начаты в 1959 году. Географические координаты дендропарка составили 43°45'55" N, 77°46'06" E, а абсолютная высота – 711 м. Согласно имеющимся документам, в дендропарке произрастает до 50 видов боярышника. Многие виды боярышника на территории дендрария имеют семенное поколение, в виде самосева собственной репродукции, что говорит об успехе интродукции. Цель исследований заключается в проведении сравнительной оценки физиологических показателей 18 видов боярышника, произрастающих в одинаковых экологических условиях юго-востока Казахстана.

Показатели водного режима являются ведущими, роль воды имеет большое значение в развитии растительного организма. Физиологические показатели можно использовать для прогнозирования устойчивости растений к жаре, засухе и солям, экономя при этом время и затраты на выращивание перспективного материала. Стабильность водного баланса растения оценивается в основном по состоянию водного обмена листовых пластинок. Как показали результаты исследований максимальной относительной тургесцентностью обладает североамериканский вид *C. calpodendron* Medic. со средним значением 95.76 %, наименьшая тургесцентность у аборигена *C. almaatensis* Pojark. - 77.17 %. Размах варьирования внутри признака равен 18.59 %. Наибольший дефицит воды испытывает *C. almaatensis* Pojark. - 13.36 %, минимальный дефицит влаги отмечается у североамериканского вида *C. calpodendron* Medic. - 1.89 %.

Ключевые слова: боярышник, виды, физиология, осмотическое давление, концентрация клеточного сока, тургесцентность, водный дефицит.

Введение. Многочисленные виды рода *Crataegus* L. могут являться важнейшим источником сырья, используемого в пищевых и лекарственных целях. Плоды боярышника содержат витамины, ряд органических кислот, сахара, каротин, пектиновые и дубильные вещества. Эти биоактивные вещества обуславливают возможность использования препаратов из цветков и плодов боярышника в медицине для лечения и профилактики многих заболеваний. Перечень продуктов переработки из плодов боярышника достаточно широк и дает возможность применения в пищевой промышленности. Высокие декоративные качества растения очень ценны с точки зрения эстетического зеленого строительства.

Перспективы введения боярышника в культуру заключаются не только в его целебных свойствах, но и в возможности использования его декоративных качеств в зеленом строительстве и для создания защитных и плантационных насаждений. Боярышник отличается разнообразной формой кроны, окраской и строением листьев и плодов, многие виды хорошо переносят стрижку. К почвам боярышник не требователен, зимостоек, засухоустойчив и светолюбив. Сбор урожая однократный, плоды обрывают до заморозков и используют для приготовления киселей, джемов, варенья, а высушенные и размолотые в хлебопечении. Кроме того, боярышник - старое лечебное средство, оказывающее положительное действие при сердечных заболеваниях, регулирующее кровообращение при атеросклерозе, сердечных неврозах, недостаточности кровообращения, применяется при бессоннице.

Цель исследований. Провести сравнительную оценку физиологических показателей 18 видов боярышника, произрастающих в одинаковых экологических условиях юго-востока Казахстана.

Условия, материалы и методы. Водный баланс растений следует считать одним из главных факторов, определяющих их выживаемость. Важнейшим моментом в водном режиме является поддержание достаточного содержания воды и тургора для функционирования всех физиологических и биохимических процессов, что является важным фактором при исследованиях интродуцентов [5,2].

Объектом исследований являлись виды боярышника, произрастающие на одном выровненном агро- и экофоне в арборетуме Исыкского дендропарка:

- дальневосточные виды: *C.Schneideri* Cin., *C.Maximowiczii* Schneid., *C.chlorosarca* Maxim., *C.dahurica* Koehne;

- прибалтийские виды: *C.Kupfferi* Cin., *C.curvisepala* Lindm., *C.insularis* Cin.;
- европейские виды: *C.calicina* Peterm., *C.nigra* W.et.K., *C.volgensis* Pojark.;
- североамериканские виды: *C.Douglasii* Lindl., *C.rivularis* Nutt., *C.calpodendron* Medic., *C.flabellate* C.Koch.

Известно, что оценка перспективности интродуцентов имеет решающее значение для массового тиражирования. В работе применена методика интродукционных исследований ботанических садов, позволяющая визуально оценить жизнеспособность и перспективность интродуцентов. В наших исследованиях объектами изучения стали 18 видов боярышников различного географического происхождения, но произрастающих на одном выровненном экофоне в условиях арборетума Исыкского государственного дендрологического парка Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан. Листья боярышников заготавливали из средней части хорошо развитых побегов, находящихся в условиях нормального освещения и расположенных на периферии средней части кроны [7]. Свежесобранные листья помещали во влажную фланелевую ткань, затем в полиэтиленовый пакет для предупреждения испарения воды. В процессе шестикратной повторности опытов по общепринятым методикам [2,4,5,6,7] были определены следующие показатели водного режима: относительная тургесцентность; концентрация клеточного сока; осмотическое давление; показатель относительной активности воды (гидратура); водный дефицит, водоемкость, коэффициент водоудерживания.

Цифровая информация обрабатывалась общепринятыми методами математической статистики [1,8,9].

Результаты и обсуждение. При введении в культуру, физиологию древесных растений можно рассматривать как одно из главнейших условий адаптации интродуцированных видов, кроме того, это необходимо для целенаправленного выращивания и восстановления лесов. Физиологию растений необходимо изучать и с экологической точки зрения.

Одним из важнейших показателей водного баланса является осмотическое давление, концентрация клеточного сока и относительная активность воды (гидратура). Осмотический показатель - это важнейшая величина, характеризующая общую водную экологию, позволяющий судить о неблагоприятных для растения условиях.

В данных таблицы 1 приведены результаты анализа осмотического потенциала боярышников различного происхождения, произрастающих в арборетуме Иссыкского государственного дендрологического парка МЭПР РК. Максимальной относительной тургесцентностью обладает североамериканский вид *C. calpodendron* Medic. со средним значением 95.76 %, наименьшая тургесцентность у аборигена *C. almaatensis* Pojark. - 77.17 %. Размах варьирования внутри признака равен 18.59 %. Средневзвешенное по признаку составляет 83.07 %, наиболее близок к этому значению *C. songarica* Koch со средним значением 82.73 %, который и является моделью. Данные дисперсионного анализа по относительной тургесцентности боярышников свидетельствуют о достаточной доле наследственно обусловленной изменчивости. Опытные критерии Фишера (17.8) значительно превышают его табличные величины (2.8) на 1 % уровне значимости. Наименьшая существенная разность на 0.5 % уровне составляет 5.58. Можно заключить, что выявленные различия имеют наследственный характер.

Амплитуда колебания концентрации клеточного сока (ККС) равна 9.5 %. Высокая концентрация наблюдается у *C. almaatensis* Pojark. - 21.17 %, минимальная у *C. volgensis* Pojark. - 11.67 %. Среди местных видов ККС колеблется в границах 13.17-21.17 %. Средняя величина по изучаемому признаку составляет 16.08 %. Размах варьирования по осмотическому давлению равен 1072.77 КПа. Высоким осмотическим давлением характеризуется *C. almaatensis* Pojark. (2066.52 КПа), минимум 933.75 КПа принадлежит *C. volgensis* Pojark. Изучаемый признак располагает неоднородностью средних значений. Средняя величина осмотического давления равна 14.41 атм. или 1460 КПа. Результаты показывают прямую зависимость осмотического давления и концентрации клеточного сока, с увеличением ККС увеличивается осмотический потенциал растения.

Способность растений поддерживать относительную активность воды на постоянном уровне, необходима для уменьшения дефицита воды. При определении относительной активности воды (гидратура) в фазе прекращения роста прогнозируется скороплодность растения. На основании данных концентрации клеточного сока и содержания воды рассчитан показатель гидратуры, который определялся в августе - в фазе прекращения активного роста растений.

Были определены верхние (3.9 %) и нижние (3.4 %) границы признака. Исследуемые образцы поделились поровну: в каждой группе, оказалось, по 6

видов. Менее скороплодными являются виды, находящиеся выше верхней границы (3.9 %), имеющие максимальные показатели относительной активности воды: *C. volgensis* Pojark., *C. altaica* Lge., *C. calpodendron* Medic., *C. songarica* C. Koch, *C. sanguinea* Pall., *C. insularis* Cin. Относительная активность воды наиболее скороплодных видов боярышника колеблется от 2.34 % у *C. almaatensis* Pojark. и до 3.21 % у *C. curvisepala* Lindm.

Таблица 1 - Сравнительная оценка боярышников по показателям концентрации клеточного сока, относительной тургесцентности и осмотического потенциала*

№	Видовые названия	ККС, %	ОД		ОА В, %	ОТ, %
			атм	КПа		
1	<i>C. almaatensis</i> Pojark.	21.17 ± 0.167	20.40 ± 0.213	2066.52	2.34	77.17 ± 0.806
2	<i>C. altaica</i> Lge.	14.50 ± 0.500	12.63 ± 0.533	1279.42	3.92	83.76 ± 1.360
3	<i>C. flabellate</i> C. Koch	16.00 ± 0.289	14.22 ± 0.300	1440.49	3.47	87.27 ± 1.362
4	<i>C. volgensis</i> Pojark.	11.67 ± 0.167	9.81 ± 0.163	993.75	5.25	81.10 ± 1.841
5	<i>C. calpodendron</i> Medic.	15.00 ± 0.577	13.15 ± 0.612	1332.10	4.03	95.76 ± 0.957
6	<i>C. dahurica</i> Koehne	15.33 ± 0.167	13.51 ± 0.187	1368.56	3.76	84.07 ± 0.93
7	<i>C. Douglasii</i> Lindl.	18.17 ± 0.167	16.67 ± 0.207	1688.67	3.14	77.60 ± 1.708
8	<i>C. chlorosarca</i> Maxim.	17.67 ± 0.601	16.09 ± 0.700	1629.92	3.13	93.29 ± 1.098
9	<i>C. curvisepala</i> Lindm.	17.17 ± 0.441	15.50 ± 0.507	1570.15	3.21	85.70 ± 1.404
10	<i>C. sanguinea</i> Pall.	13.17 ± 0.167	11.26 ± 0.163	1140.64	4.62	93.26 ± 1.499
11	<i>C. Kupfferi</i> Cin.	16.33 ± 0.167	14.57 ± 0.173	1475.94	3.50	81.10 ± 1.841
12	<i>C. Maximowiczii</i> Schneid.	18.67 ± 0.167	17.29 ± 0.213	1751.48	2.89	91.34 ± 1.221
13	<i>C. insularis</i> Cin.	14.33 ± 0.333	12.45 ± 0.347	1261.19	4.09	86.81 ± 1.831
14	<i>C. rivularis</i> Nutt.	16.83 ± 0.601	15.14 ± 0.677	1533.68	3.53	86.91 ± 2.534
15	<i>C. songarica</i> C. Koch	13.67 ± 0.167	11.76 ± 0.170	1191.29	3.90	82.73 ± 1.870
16	<i>C. calicina</i> Peterm.	15.17 ± 0.601	13.34 ± 0.638	1351.34	3.89	92.86 ± 1.376
17	<i>C. nigra</i> W.et.K.	15.17 ± 0.167	13.33 ± 0.187	1350.33	3.82	86.29 ± 1.801
18	<i>C. Schneideri</i> Cin.	19.50 ± 0.500	18.34 ± 0.617	1857.84	3.12	78.22 ± 1.770
						HCP ₀₅ - 5.58

* ККС – концентрация клеточного сока;
 ОД – осмотическое давление; атм. – атмосфера, Кпа- килопаскаль;
 ОАВ – относительная активность воды (гидратура);
 ОТ – относительная тургесцентность.

Водный дефицит. Водный баланс растения - это поступление и расходование воды. Под воздействием высоких температур воздуха равновесие между поступлением воды и испарением нарушается, происходит значительная потеря влаги клетками растительного организма, в результате чего создается водный дефицит. Небольшой водный дефицит на уровне 5-10 % не оказывает существенного вреда растению [5]. Поддержание тургора необходимо для нормального функционирования физиологических и биохимических процессов.

Среднестатистические расчеты исследований водного дефицита различных видов боярышника приведены в таблице 2. Исследуемые образцы являются довольно устойчивыми к дефициту влаги, что можно утверждать исходя из шкалы уровней изменчивости коэффициентов вариации. Так, по водному дефициту степень изменчивости коэффициентов вариации оценивается как очень низкая и низкая.

Таблица 2 - Среднестатистические значения водного дефицита различных видов боярышника

Видовые названия	Дефицит воды, %	Водоёмкость, %	Коэффициент водоудерживания
1. Б. алма-атинский <i>C. almaatensis</i> Pojark.	13.36 ± 0.625	67.52 ± 1.927	3.07 ± 0.089
2. Б. алтайский <i>C. altaica</i> Lge.	8.90 ± 0.252	64.73 ± 1.479	4.33 ± 0.116
3. Б. вееровидный <i>C. flabellate</i> C. Koch	6.27 ± 0.240	66.28 ± 1.711	2.92 ± 0.058
4. Б. волжский <i>C. volgensis</i> Pojark.	11.75 ± 0.311	72.11 ± 1.545	2.97 ± 0.063
5. Б. грушевый <i>C. calpodendron</i> Medic.	1.89 ± 0.076	63.48 ± 0.950	5.98 ± 0.170
6. Б. даурский <i>C. dahurica</i> Koehne	2.95 ± 0.257	68.02 ± 1.138	3.62 ± 0.133

7. Б. Дугласа <i>C. Douglasii</i> Lindl.	12.55 ± 0.632	65.35 ± 1.734	2.98 ± 0.144
8. Б. зеленомясый <i>C. chlorosarca</i> Maxim.	3.00 ± 0.107	54.30 ± 0.819	2.12 ± 0.024
9. Б. кривочашелистный <i>C. curvisepala</i> Lindm.	8.53 ± 0.367	68.82 ± 0.874	1.99 ± 0.026
10. Б. кроваво-красный <i>C. sanguinea</i> Pall.	5.46 ± 0.148	66.29 ± 0.803	3.75 ± 0.163
11. Б. Купфера <i>C. Kupfferi</i> Cin.	5.31 ± 0.246	59.33 ± 1.028	2.12 ± 0.024
12. Б. Максимовича <i>C. Maximowiczii</i> Schneid.	4.71 ± 0.118	54.99 ± 1.127	3.33 ± 0.106
13. Б. островной <i>C. insularis</i> Cin.	8.51 ± 0.212	62.91 ± 0.973	3.02 ± 0.086
14. Б. приречный <i>C. rivularis</i> Nutt.	6.22 ± 0.206	66.76 ± 2.016	2.98 ± 0.058
15. Б. сонгарский <i>C. songarica</i> C. Koch	10.12 ± 0.259	70.95 ± 1.408	1.31 ± 0.020
16. Б. чашечный <i>C. calicina</i> Peterm.	2.93 ± 0.063	59.29 ± 2.058	2.89 ± 0.061
17. Б. черный <i>C. nigra</i> W.et.K.	9.58 ± 0.439	66.83 ± 1.284	1.89 ± 0.033
18. Б. Шнейдера <i>C. Schneideri</i> Cin.	12.26 ± 0.176	75.52 ± 2.159	1.99 ± 0.048
	HCP ₀₅ - 1.42	HCP ₀₅ - 0.58	HCP ₀₅ - 5.85

Наименьший дефицит воды наблюдается у североамериканского вида *C. calpodendron* Medic. - 1.89 %, максимум потребности влаги у *C. almaatensis* Pojark. - 13.36 %. Размах варьирования внутри признака равен 11.47 %.

Дальневосточные виды *C. Maximowiczii* Schneid., *C. dahurica* Koehne, *C. chlorosarca* Maxim., североамериканский *C. calpodendron* Medic., европейский *C. calicina* Peterm., прибалтийский *C. Kupfferi* Cin. и среднеазиатский *C. sanguinea* Pall. - это образцы, имеющие минимальный дефицит воды и сохраняющие максимальное равновесие между поступлением и расходом воды.

Межвидовое среднее значение по изучаемым видам равно - 7.79 %. Условно-расчетным образцом по этому признаку является эндемичный

эстонский вид (о.Саарема) *C. insularis* Cin., со средним значением, наиболее приближенным к межвидовой средней величине - 8.51 % (таблица 2).

Из вышеизложенного следует, что небольшой дефицит влаги в листовых пластинках исследуемых видов от 1.89 % до 13.36 % не оказывает существенного влияния. Состояние водного обмена боярышников в достаточной степени сбалансировано, растения вполне приспособились и акклиматизировались к засушливым условиям произрастания.

Выводы. Исходя из приведенных результатов сравнительного анализа осмотического потенциала боярышника, можно заключить, что все виды выявили неоднородность показателей. По мере адаптации интродуцированных боярышников в условиях Исыкского арборетума ритм их роста и других физиологических процессов начинает приближаться к ритму, характерному для местных видов (аборигенов). При этом также повышается устойчивость акклиматизируемых растений. Наиболее устойчивыми из них являются те, которые способны перестраиваться, оказавшись в неблагоприятных условиях среды. Сравнимые виды боярышника не идентичны, вполне оригинальны в генетическом отношении, имеют различные степени сходства и различия по изучаемым признакам.

Литература

1. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. - М.: Наука, 1984. - 424 с.
2. Зелепухин В.Д. Фотосинтез и водный режим деревьев и кустарников в условиях пустыни. Автореф. ... канд. биол. наук. - Алма-Ата, 1963. - 21 с.
3. Зелепухин И.Д., Зелепухин В.Д. Способ прогнозирования скороплодности растений // Авторское свидетельство № 457444, 1977.
4. Иванов Л.Я., Силина А.А., Цельникер Ю.Л. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях. Ботан. журнал, т. 35, № 2. - 1950. - С. 21-25.
5. Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г.-И. Физиология древесных растений (пер. Лобанова Н.В.). - М.: Лесная промышленность, 1974. - 423 с.
6. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой системы древесных растений. II Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений / Тр. Ин-та экологии растений и животных. - Свердловск, 1969. - С. 3-38.

7. Семакин В.П. Клоновая селекция в садоводстве. - М.: Колос, 1968. 136с.
8. Снедекор Д.У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. - М.: Изд-во с/х лит., журн., и плакатов, 1961. - 503 с.
9. Плохинский Н.А. Биометрия. - М.: Изд-во МГУ, 1970. - 367 с.

СЕКЦИЯ 6: ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ, ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В АПК И ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УДК 630.852

ОЦЕНКА ПОРОДНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Е.А. Мариничев, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Т.В. Мариничева, старший преподаватель

Нижегородский государственный
агротехнологический университет имени Л.Я.Флорентьева

Реферат. Каждый вид деревьев имеет свои морфологические и анатомические особенности строения древесины. Для опознавания вида необходимо выявить характерные признаки на исследуемых объектах. Необходимость установления видовой или родовой принадлежности возникает при наличии спорных ситуаций при поставках лесоматериалов или продукции из древесины. Древесина, очищенная от коры, обработанная на станках, покрытая красками или маслами сложно поддается видовой идентификации. Внешний осмотр поверхности лесоматериалов приходится комбинировать с детальным исследованием древесины с применением лабораторного оборудования. Объектом исследования выступило благоустроенное место отдыха на берегу р. Волга г. Пучеж. Деревянные сооружения измерены и обследованы с описанием и замером видимых пороков, определяющих сортность использованных лесоматериалов. Сучки, трещины, дефекты обработки на террасных досках позволили установить сорт использованной при строительных работах партии лесоматериалов. Исследование микроскопического строения сосудов древесины, клеточных стенок и сопоставление полученных данных с известным описанием диагностических признаков, позволило определить принадлежность изучаемых образцов к древесной породе рода лиственница.

Ключевые слова: лиственница, древесная порода, строение волокон, клеточные стенки, благоустройство, пиломатериалы, класс товарности.

Введение. Специалистам в области лесного дела в своей профессиональной деятельности иногда приходится решать вопросы установления породной принадлежности древесины в обработанных строительных материалах, деревянных конструкциях и сооружениях. Каждая древесная порода имеет свои особенности формы и строения волокон, состав и строение клеточных стенок, что определяет их декоративные и физико-механические свойства [8]. При создании объектов благоустройства с использованием элементов из дерева, материалы должны отвечать определенным техническим и декоративным требованиям [5-7]. Пиломатериалы из хвойных и лиственных древесных пород в зависимости от наличия и количества пороков подразделяются по

классам товарности древесины [1-4]. Соответствие требованиям ГОСТов может являться главным требованием поставок древесины. При этом, в целях ухода от жёстких требований ГОСТов, производители выставляют на рынок продукцию по разработанным самостоятельно параметрам, называя их «Спецификация», «Технические условия» и прочее. По ним к древесной продукции применяются пониженные требования к наличию пороков древесины и её характеристикам.

Цель исследований. Цель исследования - определение видовой принадлежности и качественных характеристик древесины обработанной механическими и химическими средствами, использованной для обустройства места отдыха населения.

Объекты, условия и методы. Объектом исследования являются пиломатериалы, смонтированные в площадки и дорожки на объекте благоустройства на берегу р. Волга г. Пучеж (рисунок 1).

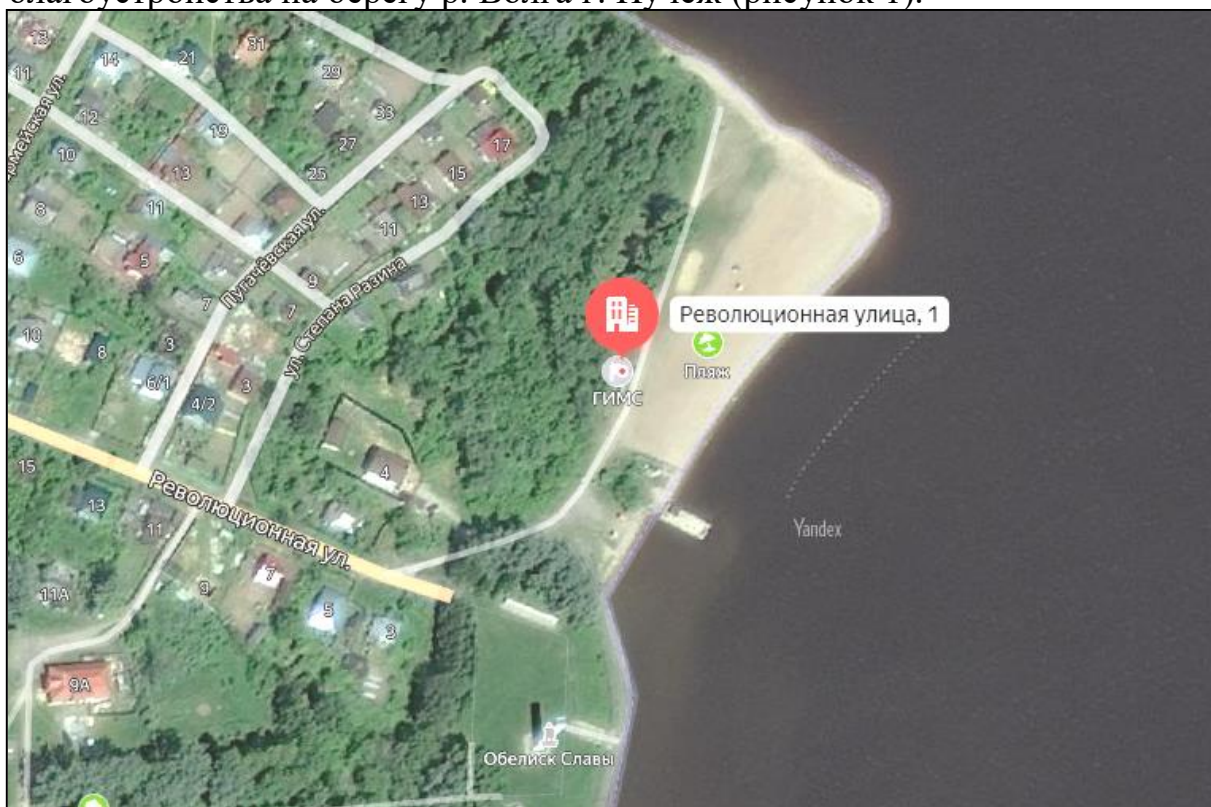


Рис. 1. Общий вид места расположения объекта исследования

Исследование объекта проводилось при естественном освещении в сухую погоду. В ходе исследования применялись общие методы (наблюдение, описание) и частные методы:

- метод органолептического осмотра;
- инструментальный метод;
- метод сравнения (сопоставления результатов, выделение в них общего и различного);

- экспертный метод.

При организации работы по оценке характеристик древесины в смонтированных конструкциях, подверженных внешним воздействиям следует учитывать погодные условия и очистить осматриваемые поверхности от загрязнений. Неблагоприятные погодные условия (такие как дождь) вызывают намокание поверхности деревянных замощений и, как следствие, вызывают изменение цвета объекта исследования, что делает проведение органолептического осмотра затруднительным. Наличие на поверхности объекта исследования загрязнений (мокрый песок) также сильно затрудняет работу.

Исследование объекта исследования проводилось в три связанных между собой этапа:

- подготовка к проведению исследования;
- предварительное (визуальное) исследование;
- детальное (инструментальное) исследование.

Результаты и обсуждение. С целью решения поставленных вопросов осуществлён выезд на объект исследования, расположенный на территории места отдыха на берегу р. Волга г. Пучеж. В ходе исследования выборочным способом измерены параметры досок в настилах, установлены признаки, указывающие на общность партии пиломатериалов.

Исследованы пешеходные дорожки и площадки, устроенные с применением деревянных досок террасных с рифлёной поверхностью на лицевой пласти (стороне), расположенные на территории набережной р.Волга г.Пучеж (рисунок 2).



Рис. 2. Замощение площадок (слева) и дорожек (справа) на объекте исследования

Осматриваемые террасные доски не имели существенных отличий по внешнему виду по всей площади замощения. Методом органолептического осмотра и методом сравнения установлена

идентичность террасных досок общей партии.

На месте исследования для уточнения видовой (родовой) принадлежности древесины, использованной при изготовлении погонажной продукции, изъяты образцы древесины.

Изучение изъятых с места проведения исследования образцов древесины проводилось при комбинированном освещении (естественное дневное и искусственное) в лаборатории кафедры «Лесоводство и лесозащиты» ФГБОУ ВО «Нижегородский ГАУ им. Л.Я.Флорентьева».

В ходе исследования изъятых с места проведения исследования образцов и срезов древесины определено, что на них отсутствуют следы жизнедеятельности грибов и дереворазрушающих насекомых. Древесина образцов твёрдая, расщепляется с большим трудом, имеет на поперечном срезе чёткие годовичные слои. На образце размером 20x27x90 мм присутствует сучок диаметром 19 мм. Сучок здоровый, сросшийся, с чёткими годовичными слоями, переходящими в годовичные слои осевого побега.

С образцов древесины, изъятых с места проведения исследования, подготовлены срезы для анализа макроскопического и микроскопического строения древесины. Для исследования использованы микроскоп «Микромед МС-1 вар. 1С» и микроскоп «Микромед 1 вар. 3 led».

На поперечном срезе древесины хорошо заметны годовичные кольца, сформированные многочисленными рядами радиально сориентированных сосудообразных клеток – трахеид. Трахеиды образуют ячеистый каркас древесины. Клетки ранней древесины крупные с тонкими стенками. По мере приближения к осеннему периоду трахеиды в поперечном сечении сплюсциваются в радиальном направлении и их стенки утолщаются. Клетки поздней древесины мелкие с толстыми стенками. Крупные трахеиды образуют в годовичном слое светлое кольцо, а мелкие толстостенные трахеиды поздней древесины – тёмное. У позднего слоя темно-бурая окраска с красноватым оттенком. Переход в цвете ранней и поздней древесины резкий (рисунок 3).

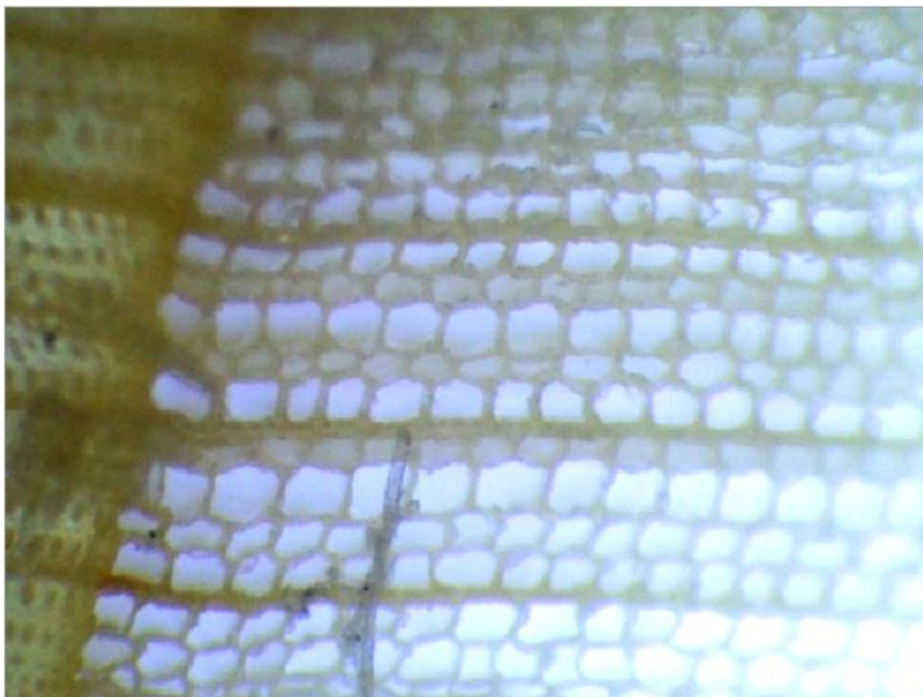


Рис. 3. Поперечный срез образца древесины. Трахеиды (крупные клетки – ранняя древесина, мелкие клетки – поздняя древесина).

На продольном срезе видны многочисленные сосудообразные клетки, удлинённые и заострённые на концах, располагающиеся вдоль ствола дерева, - трахеиды. На радиальном срезе древесины образца в клеточных стенках трахеид наблюдается двурядное расположение окаймленных пор характерное для лиственницы (рисунок 4).

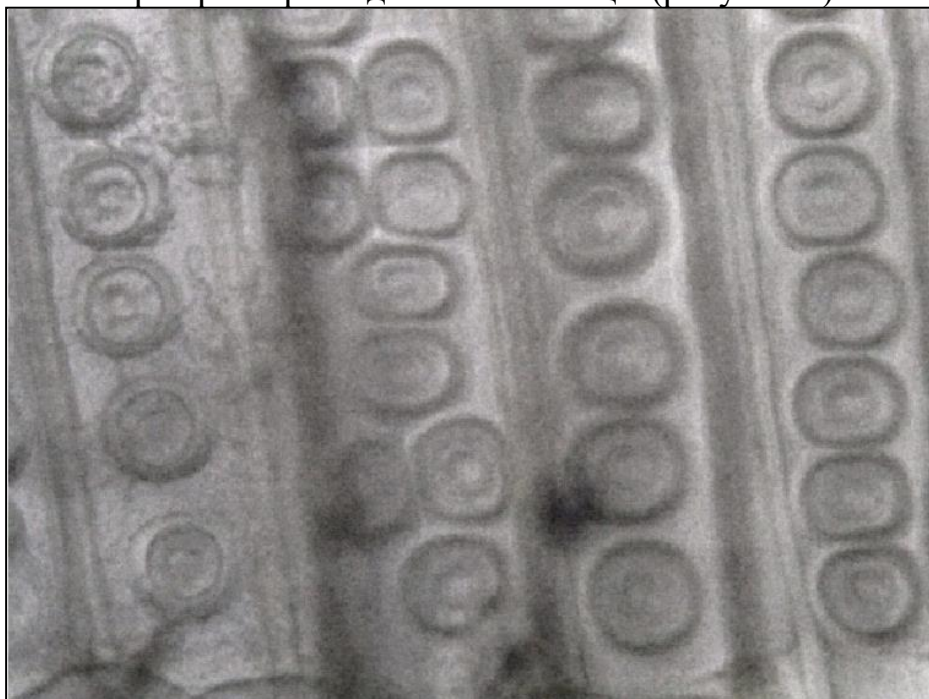


Рис. 4. Радиальный срез образца древесины (видны двурядно

расположенные окаймленные поры в клеточных стенках трахеид)

На радиальном срезе заметны сердцевинные лучи. Серцевинные лучи состоят из радиально вытянутых паренхимных клеток и гладкостенных лучевых трахеид (рисунок 5). В местах пересечения трахеид с паренхимными клетками сердцевинных лучей на радиальных срезах видны пицеоидные поры в клеточных стенках. На поле перекрёста насчитывается не менее 2-3 мелких щелевидных пор.

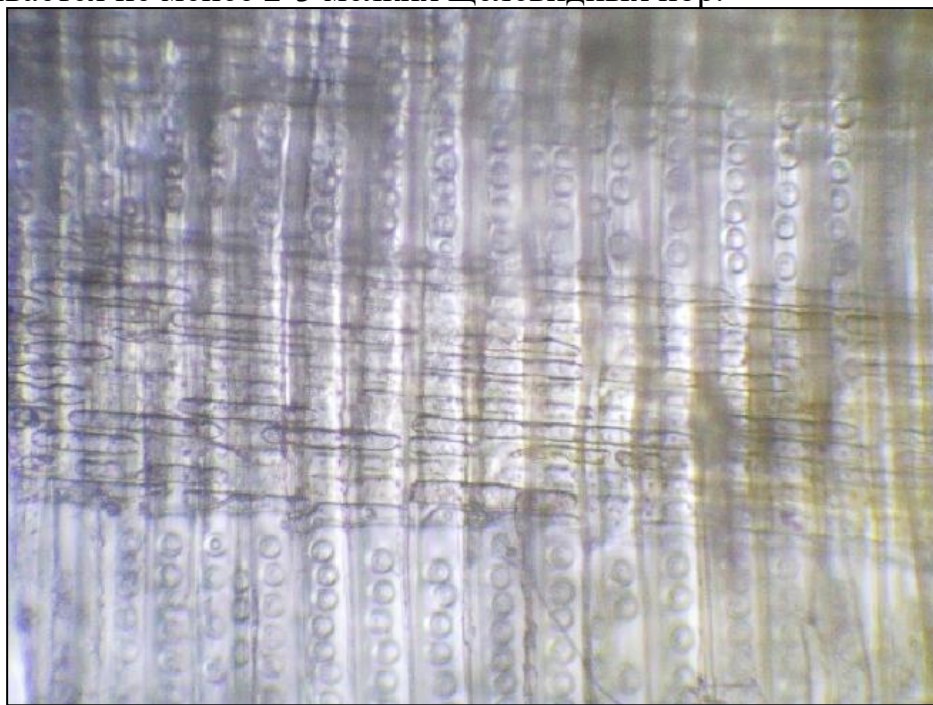


Рис. 5. Радиальный срез образца древесины (клетки сердцевинных лучей)

Комплекс особенностей микроскопического и макроскопического строения древесины исследуемых образцов, позволяет сделать вывод о том, что древесина образцов, полученная на месте проведения исследования, соответствует роду лиственница.

Для получения достоверных данных о качестве и размерах пиломатериалов необходимо проводить контрольные инструментальные измерения на месте размещения пиломатериалов на территории объекта благоустройства.

Инструментальные измерения следует проводить после разграничения лесоматериалов по партиям поставки. Согласно п.1.1.1 ГОСТ 6564-84 «Межгосударственный стандарт. Пиломатериалы и заготовки. Правила приёмки, методы контроля, маркировка и транспортирование (с Изменением N 1)», партией считают количество пиломатериалов или заготовок одного сорта (группы сортов), породы (группы пород) и одного назначения, оформленное одним документом о качестве.

В соответствии с п.1.2 ГОСТ 6564-84 «Межгосударственный стандарт. Пиломатериалы и заготовки. Правила приёмки, методы контроля, маркировка и транспортирование (с Изменением N 1)» качество и размеры пиломатериалов партии проверяют выборочным контролем. При этом контроль качества пиломатериалов ведётся с учётом количества пиломатериалов (в штуках) в партии исходя из максимально возможного количества пиломатериалов в исследуемой партии.

Проведённый монтаж осложняет выполнение исследования пиломатериалов. В этом случае применение органолептического метода возможно только с лицевой стороны и торцов досок.

Определение геометрических параметров (длины, ширины, толщины) террасных досок выполнено инструментальным методом с применением металлической измерительной рулетки Fisco UM5M и штангенциркуля с цифровой индикацией ШЦЦ-I.

Выявление, описание, измерение пороков древесины и обработки выполнено в соответствии с ГОСТ 2140-81 «Межгосударственный стандарт. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой)».

Для пиломатериалов из хвойных пород разработан ГОСТ 8486-86 «Межгосударственный стандарт. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, с Поправкой)». В данном стандарте представлены технические требования к пиломатериалам, предназначенным к использованию в народном хозяйстве.

В ГОСТе доски по качеству древесины и качеству обработки разделены на пять сортов: отборный, 1, 2, 3, 4. Для строительства и ремонтно-эксплуатационных нужд используются сорта: 1, 2, 3.

На исследованных при выборочном контроле 200 досках обнаружены пороки древесины и обработки. Данные по описанию, подсчёту и измерению пороков учтены в полевых ведомостях.

По результатам выполненных инструментальных измерений установлено следующее:

1. толщина исследованных террасных досок варьирует от 25,5 мм до 29,7 мм;
2. ширина досок варьирует в пределах от 135 мм до 169 мм;
3. общая протяжённость досок составила 448,417 м.

С учётом наиболее встречаемых значений по толщине и ширине, террасные доски из массива лиственницы в исследуемой партии должны иметь следующие геометрические характеристики: толщина 27 мм, ширина 140 мм.

В соответствии с требованиями п.7 ГОСТ 24454-80 «Межгосударственный стандарт. Пиломатериалы хвойных пород. Размеры

(с Изменениями N 1, 2)» предельные отклонения от номинальных размеров пиломатериалов составляют:

1. по толщине при размерах до 32 мм включительно – ± 1 мм;
2. по ширине для обрезных пиломатериалов при размерах более 100 мм – ± 3 мм.

В ходе исследования на террасных досках обнаружены различные пороки. Сучки здоровые, сросшиеся, светло-коричневые, темно-коричневые, розовые имеются в количестве 2,79 шт. на погонный метр. Данное значение находится в допустимых пределах для пиломатериалов 1 сорта. Сучки здоровые, частично сросшиеся, не выпадающие имеются в количестве 1,15 шт. на погонный метр. Данное значение с учётом размеров сучков находится в допустимых пределах для пиломатериалов 1 сорта.



Рис. 6. Сучки на поверхности досок

Смоляной кармашек обнаружен в количестве 1 шт. на всем объеме обследованных досок, что составило 0,002 шт. на погонный метр. Данное значение находится в допустимых пределах для пиломатериалов сорта «отборный».

Дефекты обработки (мелкие вырывы в зоне сучков, шероховатость) обнаружены в количестве 43 шт. Глубиной от 1 до 3 мм на 35 досках из 200 осмотренных (17,5%). Данный порок не допускается для пиломатериалов сортов отборный, 1 и 2.

Трещины торцевые, трещины на лицевой пласти обнаружены на 47 досках из 200 осмотренных (23,5%). Характеристики длины трещин и их

расположения указывают на отнесение пиломатериалов ко 2 сорту.



Рис. 7. Пороки исследуемых террасных досок (торцевые трещины)

В процессе исследования террасных досок были зафиксированы трещины, проходящие в месте расположения крепежных изделий из металла (саморезов). Ввиду того, что наиболее вероятной причиной образования трещин в месте расположения крепежных изделий из металла (саморезов) является нарушение технологии монтажа террасных досок, для объективности и всесторонности исследования трещины, проходящие в месте расположения крепежных изделий из металла (саморезов) можно не учитывать, либо учитывать отдельно.

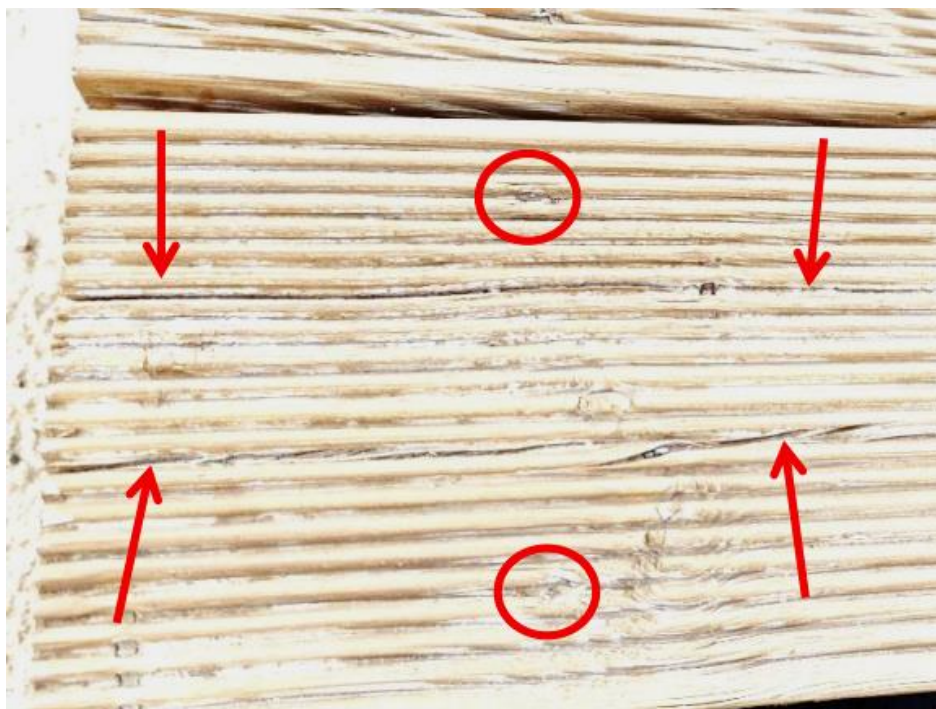


Рис. 8. Трещины на лицевой пласти террасных досок (указаны стрелками). Месторасположение крепежных элементов - саморезов (указано кружком)

Среди обследованных пиломатериалов большое количество досок имеет изменённую длину в результате опилования для целей строительства элементов благоустраиваемого места отдыха, что затрудняет представлять по ним достоверное суждение о сроках и причинах возникновения трещин.

Доля исследованных террасных досок с наличием трещин в размерах и с учётом допустимых отклонений по длине, установленных п.6 и п.7 ГОСТ 24454-80 «Межгосударственный стандарт. Пиломатериалы хвойных пород. Размеры (с Изменениями N 1, 2)», составляет 9,88% по объёму учтённых материалов.

В связи с тем, что обработка досок льняным маслом с воском выполнена частично, только с верхней стороны, не исключена возможность появления трещин в результате частых перепадов влажности на открытом воздухе.



Рис. 9. Потёки льняного масла на боковой поверхности террасных досок

На 23,732% объёма партии исследуемых пиломатериалов имеются пластовые и торцевые трещины, причиной появления которых могут быть как нарушение технологии сушки, так и нарушения условий хранения и монтажа.

Выводы.

Исследованием установлено, что террасные доски, уложенные на объекте благоустройства являются пиломатериалом (доской обрезной, террасной, с рифлёной поверхностью) хвойной древесной породы – лиственница. Доски с учётом комплекса выявленных пороков соответствуют различным сортам:

сорту «1» – 63,415% от объёма партии пиломатериалов;

сорту «2» – 11,606% объёма партии пиломатериалов;

сорту «3» – 1,247% объёма партии пиломатериалов.

по 23,732% объёма партии пиломатериалов (доски с выявленными трещинами) невозможно дать однозначного суждения об отнесении к конкретному сорту. На имеющемся объекте причиной появления трещин могут быть как нарушение технологии сушки, так и нарушения условий хранения и монтажа. Если признать причиной растрескивания древесины досок нарушение технологии сушки, то эти доски с трещинами следует отнести к сорту «3». Если причиной растрескивания древесины досок признать нарушение условий хранения и монтажа, то доски в объёме 6,494% следует отнести к сорту «2» в связи с наличием в них

дополнительного порока по дефектам обработки, а доски в объёме 17,238% следует отнести к сорту «1».

Литература

1. ГОСТ 6564-84 «Межгосударственный стандарт. Пиломатериалы и заготовки. Правила приемки, методы контроля, маркировка и транспортирование (с Изменением N 1)»
2. ГОСТ 8486-86 «Межгосударственный стандарт. Пиломатериалы хвойных пород. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, с Поправкой)»
3. ГОСТ 24454-80 «Межгосударственный стандарт. Пиломатериалы хвойных пород. Размеры (с Изменениями N 1, 2)»
4. ГОСТ 2140-81 «Межгосударственный стандарт. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой)»
5. СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 (с Изменениями N 1, 2)»
6. СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями N 1, 2)»
7. Чудинов, Б.С. Древесина лиственницы и ее обработка / Б.С.Чудинов, Ф.Т.Тюриков, П.Е.Зубань. - М: Лесная промышленность, 1965. – 143 с.
8. Диагностические признаки древесины и целлюлозных волокон (атлас) / под редакцией Г.М.Козубова и Н.Н.Зотовой-Спановской. – Петрозаводск: ЦНИИБ, Мин-во Целл.-Бум. пром. СССР, Институт леса Карельского филиала АН СССР, 1976. - 151 с.

Сборник статей

Под общей редакцией:

Наталья Николаевна Бессчетнова — д. с-х. н., доцент,
декан факультета лесного хозяйства;

Владимир Петрович Бессчетнов — д. б. н., профессор,
зав. кафедрой «Лесные культуры»;

Анна Владимировна Локтева — к. с-х. н., доцент кафедры «Лесные культуры»;

Андрей Сергеевич Вилков — ассистент кафедры «Лесные культуры».

Титульный лист сборника:

А. С. Вилков — верстка титульного листа.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО: СТРАТЕГИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ — 2025

Сборник научных статей по материалам II Всероссийской научно-
практической онлайн-конференции с международным участием

17 сентября 2025 года

Публикуется в авторской редакции.

Автор(ры) несут всю ответственность за научное содержание и достоверность
используемых сведений, за соблюдение авторских прав третьих лиц, а также за
сохранение государственной и коммерческой тайны.

Подписано к публикации 16.02.2026

Формат 60×84 1/8. Усл. печ. л. – 22,6. Уч. изд. л. – 13,3.

ISBN 978-5-6055450-2-6

ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ им. Л. Я. Флорентьева
603107, Нижний Новгород, проспект Гагарина, 97