

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Департамент лесного хозяйства по Приволжскому федеральному округу
Министерство лесного хозяйства и охраны объектов животного мира Нижегородской области
Филиал федерального бюджетного учреждения «Российский центр защиты леса»
«Центр защиты леса Нижегородской области»
Союз лесовладельцев Нижегородской области
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

*Сборник научных статей по материалам Всероссийской (национальной)
научно-практической конференции, посвященной 70-летию Владимира Петровича Бессчетнова,
заведующего кафедрой «Лесные культуры» Нижегородской государственной
сельскохозяйственной академии, доктора биологических наук,
профессора и 30-летию высшего лесного образования в Нижегородской области*

25 ноября 2022 года

Нижегород,
2022

УДК: 630

ББК: 43

Б 53

Лесное хозяйство: актуальные проблемы и пути их решения. Сборник научных статей по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 70-летию Владимира Петровича Бессчетнова, заведующего кафедрой «Лесные культуры» Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, доктора биологических наук, профессора и 30-летию высшего лесного образования в Нижегородской области: г. Нижней Новгород, 25 ноября 2022 г. / под общей редакцией Н. Н. Бессчетновой [в редакции авторов]. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2022. — 328 с.

ISBN 978-5-6048435-2-9

В настоящий сборник вошли статьи ведущих ученых и практиков Российской Федерации (Россия), Республики Казахстан (Казахстан), Кыргызской Республики (Киргизия), 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, аспирантов и молодые ученые крупных вузов, научно-исследовательских, административно-управленческих, проектно-изыскательских и общественных учреждений и организаций. Включенные в сборник материалы адресованы 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.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии.

ISBN 978-5-6048435-2-9

© Авторы статей, 2022 г.

© Нижегородская государственная
сельскохозяйственная академия, 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
----------------	---

Секция 1. Лесоведение и лесоводство, лесная таксация и лесоустройство

Г. А. Годовалов, П. Н. Сураев, В. С. Котова. Эффективность равномерно-постепенных рубок в производных березняках Вологодской области.....	8
С. В. Коптев, Н. А. Буньков. Эффективность рубок ухода в хвойных насаждениях европейского севера России	13
Е. В. Лебедев, И. А. Новожилов. Тематическое картографирование показателей листовой поверхности, фотосинтеза и продуктивности сосняков Волго-окского междуречья на примере Балахнинского межрайонного лесничества.....	16
А. А. Малиновских, А. А. Маленко. Лесовосстановление на вырубках и гарях в ленточных борах Западной Сибири	21
Е. А. Мариничев, Т. В. Мариничева, Н. И. Абрамова, А. С. Леонтенков. Определение границ места рубки деревьев при проведении контрольных осмотров лесосек с учетом действующих нормативно-правовых документов.....	26
Е. А. Мариничев, Т. В. Мариничева, Н. И. Абрамова, А. С. Леонтенков. Установление объемов вырубленной древесины по пням деревьев, срезанных в области расположения корневых систем.....	30
Н. А. Неверов. Особенности радиального роста лиственницы в притундровых лесах Архангельской области.....	35
М. А. Савин, А. А. Маленко, А. С. Чичкарев, А. В. Романико, Е. А. Леонов. Влияние полос ивы остролистной на формирование соснового древостоя в сухой степи.....	39
С. В. Салин, А. С. Леонтенков. Продуктивность сосновых насаждений экологического ряда A_2 - CD_2 в условиях Нижегородской области.....	42
С. В. Салин, Д. Е. Самочернов. Эдафические особенности сосновых насаждений экологического ряда A_2 - CD_2 в Нижегородской области.....	48
В. Б. Троц, Н. М. Троц. Лесохозяйственная оценка древостоев сосны обыкновенной в условиях Ново-Буянского лесничества.....	54
В. Б. Троц, Н. М. Троц. Продуктивность насаждений сосны обыкновенной в различных лесорастительных условиях	59
В. В. Ябердина, А. К. Габделхаков. Апробация методики измерения радиального прироста липы мелколистной (<i>Tilia cordata</i> Mill.).....	64

Секция 2. Лесовосстановление и лесоразведение, лесная селекция и семеноводство

Е. С. Багаев, А. И. Чудецкий, С. С. Макаров. Особенности роста и продуктивности триплоидных форм осины в Костромской области.....	68
А. А. Боровикова, А. М. Антонов. Семеношение хвойных интродуцентов дендросада г. Архангельска	72

Н. П. Братилова, М. В. Гришлова, А. В. Мантулина, В. Н. Калагин. Географическая изменчивость кедра сибирского на плантации пригородной зоны Красноярска.....	76
Н. Н. Иващенко. Опыт выращивания посадочного материала ели обыкновенной в Семеновском спецлесхозе Нижегородской области	81
В. Ф. Коновалов, Д. А. Рафикова, Э. Р. Ханова. Изменчивость морфометрических признаков ствола и шишек плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов.....	86
Е. А. Леонов, А. В. Романико, А. А. Маленко. Формирование искусственных насаждений сосны обыкновенной в среднегорном поясе Республики Алтай	93
С. С. Макаров, Г. Ю. Макеева, Е. И. Куликова, А. Н. Кульчицкий. Адаптация российских сортов клюквы крупноплодной в условиях <i>ex vitro</i>	97
А. В. Смирнов, Р. С. Хамитов, С. А. Корчагов, И. В. Евдокимов, С. М. Хамитова. Влияние условий местопроизрастания и географического положения популяций ели на степень их интрогрессивной гибридизации в Вологодской и Костромской области	101
Н. С. Теленкова, А. Б. Захаров, И. И. Паникаров. Эффективность искусственного восстановления гарей в сосновых лесах Нижегородской области.....	105
В. И. Тогузов, О. Ю. Храмова. Анализ роста культур ели европейской в лысковском межрайонном лесничестве Нижегородской области	113
А. Р. Токтаргалиева, Е. А. Асангалиев, С. С. Лутай, А. О. Лутай. Плодоношение и размножение сортов яблони в Алтайском ботаническом саду города Риддер	120
В. Б. Троц, Н. М. Троц. Влияние сроков посадки семян сосны обыкновенной на их приживаемость	123
М. С. Шамаева, М. А. Окач, Д. И. Мухортов. Разработка технологии вермикомпостирования древесных отходов для производства тепличных субстратов для выращивания семян древесных растений	129

Секция 3. Экология лесных сообществ, охрана и защита леса

Б. Апшикур, Е. А. Асангалиев. Оценка риска лесных пожаров на основе материалов дистанционного зондирования земли.....	134
О. М. Астафьева. Влияние промышленных выбросов на подстилку сосняков в различных зонах поражения	139
Д. У. Ауезов, Н. С. Келгенбаев, М. А. Мамырбай. Динамика уровня грунтовых вод и их связь с влагообеспеченностью насаждений в пойме реки Урал Западно-Казахстанской области	142
Ж. А. Ботанова, Е. А. Асангалиев, С. С. Лутай, А. О. Лутай. Прогноз и профилактика пожаров в Катон-Карагайском государственном национальном природном парке.....	147
Ю. Н. Грешилова, О. П. Каленская. Оценка нарушенности территорий в юго-западном районе Забайкальского края	150
А. А. Калачев, С. В. Роговский, А. П. Новак, Е. В. Никулина, А. Р. Кулдарбек, В. В. Роговская. Закономерности распределения снежного покрова в пихтовых насаждениях Рудного Алтая	154
Б. А. Кентбаева, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, Е. Ж. Кентбаев. Содержание тяжелых металлов в почвах г. Алматы	160
А. С. Манаенков. О лесопригодности земель засушливой зоны.....	166

С. В. Салин, А. А. Сотников. Физико-химические свойства почв, определяющие ход роста сосновых древостоев в высоту в условиях Нижегородской области.....	172
В. А. Усольцев, И.С. Цепордей, Д. В. Норицин. Фитомасса хвои сосны в связи с выбором базы климатических данных.....	178

Секция 4. Лесное и лесопарковое хозяйство, интродукция древесных и кустарниковых видов

Е. Ж. Айшук, Д. Н. Сарсекова. Биологические и декоративные свойства кизильника черноплодного (<i>Cotoneaster melanocarpus</i> Fisch. ex. Blytt.) в озеленении на примере г. Астана.....	183
Ю. Н. Ергина, Н. А. Бабич, О. С. Залывская. Сезонное развитие сиреней в дендрологическом саду имени И.М. Стратоновича.....	186
М. В. Кочергина. Дереворазрушающие грибы в насаждениях лесопарка «Олимпик» города Воронежа	190
В. С. Кудряшов, Е. С. Петрова, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов. Корреляция показателей ризогенеза и пострегенеративного развития черенков туефика поникающего	194
А. Ю. Миронова, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, А. А. Гаврилова. Развитие черенков декоративных форм и сортов пузыреплодника калинолистного при укоренении с использованием свето-трансформирующих укрытий	202
Т. А. Миронова, А. И. Ханявин, П. Н. Саватеев. Семеношение сортов туи западной при интродукции в Нижегородскую область	209
О. А. Подковырина, А. Б. Захаров, В. Е. Запольнов, Е. И. Мамонов. Формирование надземной части саженцев сосны горной при интродукции в Нижегородскую область	217
Г. Н. Стругова, Н. Р. Сунгурова, Ю. В. Александрова. Ландшафтно-архитектурное решение территории детского сада	225
О. Ю. Храмова, А. А. Бабичева, А. Р. Замятина. Изменчивость культур сосны кедровой сибирской в условиях города Нижнего Новгорода по содержанию пигментов в хвое	229
О. Ю. Храмова, Э. В. Герасимова. Оценка эффективности применения препаратов «Силиплант» и «Экофус» для предпосевной обработки семян сосны кедровой сибирской.....	238

Секция 5. Биологические аспекты роста и развития лесных растений

А. А. Айбекова, Е. А. Асангалиев, А. Л. Воробьев, С. С. Лутай, А. О. Лутай. Развитие технологий производства пролонгированного органоминерального удобрения для лесного хозяйства	245
Е. А. Асангалиев, Б. Апшикур. Изучение регулятора роста и развития растений из натурального сырья.....	249
Р. Н. Бабаев, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов. Содержание и баланс запасных веществ представителей рода <i>Betula</i> L.....	254
Е. Ж. Кентбаев, Б. А. Кентбаева, Р. С. Ташметова, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов. Рост и развитие шиповника в плантационных насаждениях Алматинской области.....	261
А. С. Кулиев, Б. Т. Акматакунова, Н. К. Уметалиева, С. К. Асанов. Опыт выращивания редких видов растений государственного природного парка «Салкын-Тор» Нарынской области Кыргызстана.....	266

Т. В. Мариничева, Е. А. Мариничев, Ж. С. Костромина. Оценка распространения клена ясенелистного (<i>Acer negundo</i> L.) В зеленых насаждениях города Балахна	270
Н. В. Мартынова, Р. В. Мартынов. Содержание крахмала в тканях годичных побегов ясеня обыкновенного на территории памятника природы регионального (областного) значения Малиновая гряда	274
Н. В. Мартынова, Р. В. Мартынов. Оценка содержания крахмала в тканях годичных побегов ясеня обыкновенного в условиях Нижнего Новгорода	281
Н. В. Мартынова, Р. В. Мартынов. Дисперсионный анализ содержания крахмала в тканях годичных побегов ясеня обыкновенного в условиях Нижнего Новгорода	290
А. А. Маякова, Вышегородцев А. В., Р. А. Цуркан. Рост и развитие сеянцев магонии падуболистной при интродукции в Нижегородскую область	299
О. Н. Тюкавина. Особенности диагностики качества стволовой древесины сосны прибором резистограф	307

Секция 6. Технологии переработки, экономика и управление в апк и лесном хозяйстве

М. Ю. Воробьева, Н. Л. Гусева, В. А. Малова. Автоматизация бухгалтерского учета субъектов малого предпринимательства	311
А. В. Климова, Т. В. Смирнова, А. А. Ушанов. К вопросу об экономической оценке зон с особыми условиями использования территории	313
С. С. Лутай, А. О. Лутай, А. Л. Воробьев, Е. А. Асангалиев, М. С. Данилов, З. А. Аубакирова, А. К. Кульчанова, Ж. Б. Берикова. Комплексная безотходная переработка кедровой шишки в условиях Восточного Казахстана	317
В. П. Хрыков. Проблемы выращивания лесов на землях сельскохозяйственного назначения в аспекте изменений постановления правительства РФ № 1509	322

Введение

Научный прогресс и инновации неизменно являются залогом поступательного развития экономики и роста благосостояния населения, достижение социальной стабильности не только в нашей стране, но и во всем мире, в целом. В полной мере это относится и к лесному сектору.

Лес — это бесценное богатство и стратегический ресурс нашей страны. И это не случайно. Ставшие всем хорошо знакомыми лозунги и термины, такие как устойчивое управление лесами, непрерывное и нестохастическое лесопользование, экологизация ресурсопотребления и другие, в настоящее время приобретают все большую конкретику и актуальность. Наличие заметных достижений в отечественном лесном хозяйстве, тем не менее, не снимает накопившийся комплекс разнообразных задач, решение которых рассматривается как безотлагательное в принятой правительством страны Стратегии развития лесного комплекса до 2030 года.

Продуманная государственная политика и действенные административные инструменты защиты экосистем от природных катаклизмов, а в нашем конкретном случае — защита лесов от пожара, продемонстрировала свою эффективность. Не менее важна государственная политика, как система мер государственного регулирования, в лесовосстановлении и лесозащите. Масштабы таких работ велики, и мы можем уверенно заявить о достигнутых положительных результатах. Реализуемые правительством масштабные мероприятия обеспечили поддержание принципиально стабильного уровня лесистости как приоритетного показателя рационального и эффективного лесопользования, как важнейшей и наиболее надежной оценки надежного сохранения лесов.

Решение многочисленных и сложных задач, стоящих перед лесным хозяйством на текущем этапе, невозможно без глубокого научного обоснования принимаемых проектных, хозяйственных и управленческих решений. Современные технологии требуют для своей эффективной реализации высококвалифицированного кадрового состава исполнителей на всех этапах и рубежах организации их трудовой деятельности, что предполагает неуклонное совершенствование и поступательное развитие системы высшего образования и науки в лесном комплексе страны и лесном секторе экономики Российской Федерации.

Секция 1. Лесоведение и лесоводство, лесная таксация и лесоустройство

УДК 630.221.02 (470.12)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАВНОМЕРНО-ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В ПРОИЗВОДНЫХ БЕРЕЗНЯКАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Г. А. Годовалов, П. Н. Сураев, В. С. Котова

Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург

Резюме. Проанализированы возможности переформирования производных березовых насаждений в коренные ельники в Вологодской области. На основании материалов пяти пробных площадей проанализированы количественные и качественные характеристики березовых древостоев до и спустя 7 лет после проведения равномерно-постепенной рубки. Экспериментально установлено, что в результате уборки больных, поврежденных и наиболее крупных деревьев березы и осины в составе древостоев увеличивается доля хвойных пород, а в подросте возрастает количество ели. Отсутствие ветровальных, буреломных и сухостойных деревьев свидетельствует о высокой устойчивости березняков к изреживанию. При этом, количество подроста ели от 2,3 до 3,7 тыс. шт./га, в пересчете на крупный, позволяет надеяться на формирование коренных еловых насаждений после завершающего приема рубки в производных мягколиственных насаждениях.

Ключевые слова: Вологодская область, производные березняки, равномерно-постепенная рубка, подрост, переформирование.

Введение. Интенсивная эксплуатация хвойных лесов сплошнолесосечными рубками на протяжении многих десятилетий привела к их массовой смене на производные березняки и осинники [1,2]. Не являются в этом плане исключением и леса Вологодской области, где в период Великой Отечественной войны и после ее завершения проводилась интенсивная заготовка древесины. Так, в частности, в настоящее время расчетная лесосека по мягколиственному хозяйству в Нюксенском лесничестве Вологодской области составляет 839,7 тыс. м³, в то время как по хвойному лишь 367,7 тыс. м³. Проведение сплошнолесосечных рубок в мягколиственных насаждениях обуславливает формирование вторичных мягколиственных древостоев и лишь снижает потенциальную возможность естественного восстановления коренных хвойных насаждений. В то же время известно [3,4], что под пологом спелых и перестойных насаждений, в том числе и мягколиственных [5–7], имеется значительное количество жизнеспособного хвойного подроста, на базе которого можно сформировать хвойные насаждения. Опыт переформирования производных березняков в коренные хвойные насаждения в литературе имеется [8–11]. Естественно, что успешность формирова-

ния еловых, сосновых или лиственничных насаждений на базе производных мягколиственных будет зависеть от вида технологии проведения работ и, в конечном счете, от количества сохраненного подроста [12–14]. Это свидетельствует о несомненной актуальности расширения практики выборочных рубок. Первоочередными объектами исследований при этом являются производные березовые насаждения с наличием подроста хвойных пород предварительной генерации.

Целью исследований являлась оценка лесоводственной эффективности равномерно-постепенных рубок в производных березняках Вологодской области.

Методика и объекты исследований. В основу исследований положен метод пробных площадей (ПП), которые закладывались в соответствии с общепринятыми требованиями [15,16]. Подрост учитывался на учетных площадках размером 2×2 м. Обязательным условием являлось одинаковое расстояние между учётными площадками на трансекте. Объектом исследований являлись производные березовые насаждения, сформировавшиеся после сплошных концентрированных рубок в ельниках Городищенского участкового лесничества Нюксенского лесничества Воло-

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев ПП до проведения равномерно-постепенной рубки

№ ПП	Состав	Средние			Класс бонитета	Тип леса	Относительная полнота	Запас, м³/га
		Возраст, лет	Высота, м	Диаметр, см				
1	5Б	65	21	18				95
	20с		23	26				38
	2Е		18	20				38
	1С		21	22				19
	Итого				I	Кис.	0,7	190
2	40с	75	26	30				116
	3Б		23	22				87
	2Е		21	22				58
	1С		24	24				29
	Итого				I	Кис.	0,7	290
3	5Б	65	22	18				120
	10с		24	26				24
	2Е		30	24				48
	2С		23	24				48
	Итого				I	Кис.	0,8	240
4	4Б	75	20	18				72
	30с		22	26				54
	3Е		18	20				54
	Итого				I	Чер.	0,8	180
5	4Б	65	25	26				108
	20с		23	22				54
	2Е		21	22				55
	2С		22	22				53
	Итого				I	Кис.	0,7	270

Таблица 2

Количество подроста хвойных пород до проведения равномерно-постепенных рубок

№ ПП	Состав подроста	Средняя высота, м	Количество, тыс. шт./га
1	10Е	2,0	2,0
2	10Е	2,0	2,5
3	10Е	1,5	3,5
4	10Е	2,0	3,0
5	10Е	1,5	3,0

годской области. В процессе проведения исследований было подобрано 5 лесосек, пройденных первым приемом равномерно-постепенной рубки интенсивностью 18–29%. Лесосечные работы проводились в зимний период с целью максимального сохранения подроста. Древостои всех обследованных участков относились к одному коренному типу леса — ельник кисличный. Исключение составляла ПП-4, которая была представлена ельником черничным (табл. 1). Все обследованные древостои до рубки обладали близкими таксационными показателями. При этом, древостои характеризовались первым классом бонитета и име-

ли относительную полноту 0,7–0,8, что наиболее типично для производных березовых насаждений района исследований. В 2013 г. на всех пяти участках были проведены равномерно-постепенные рубки. При этом, в процессе проведения лесосечных работ стремились к максимальному сохранению имеющегося хвойного подроста. Количество последнего до рубки характеризовалось показателями, приведенными в таблице 2.

На всех участках применялась традиционная технология с валкой деревьев бензиномоторными пилами, трелевкой древесины в хлыстах трелевочным трактором.

Характеристика березовых древостоев спустя 7 лет после проведения равномерно-постепенных рубок

№ ПП	Интенсивность рубки, %	Состав	Средние			Класс бонитета	Тип леса	Относительная полнота	Запас, м³/га
			возраст, лет	высота, м	диаметр, см				
1	29	5Б	72	20	21				75
		3Е		19	23				42
		1С		21	23				21
		10с		20	24				22
		Итого				I	Кис.	0,6	160
2	18	3Б	82	22	21				66
		30с		25	24				90
		3Е		22	24				69
		1С		24	26				31
		Итого				I	Кис.	0,6	256
3	29	4Б	72	21	20				73
		3Е		30	26				57
		3С		23	26				52
		ед. 0с		20	22				3
		Итого	82			I	Кис.	0,6	185
4	22,5	4Б		19	17				60
		30с		21	24				40
		4Е		19	22				60
		Итого				I	Черн.	0,6	160
5	23	3Б	72	24	25				75
		3Е		22	24				64
		3С		23	24				59
		10с		20	18				27
		Итого				I	Кис.	0,6	225

В процессе рубки вырубались деревья березы диаметром 32 см и выше и осины диаметром 36 и более сантиметров.

Кроме того, вырубались деревья указанных пород с признаками повреждения гнилями и вредителями. Ширина трелевочных волоков составляла 4–5 м при расстоянии между ними 30–36 м. Очистка мест рубок производилась одновременно с проведением лесосечных работ путем укладки порубочных остатков на трелевочные волокна.

Результаты и обсуждение. Повторные перечеты на ПП, выполненные в 2020 г., спустя 7 лет после проведения равномерно-постепенных рубок, показали, что березовый древостой сохранил устойчивость. На пройденных рубками участках отсутствует ветровал и бурелом, а также свежий сухостой, больные и поврежденные деревья. Другими словами, проведение равномерно-постепенных рубок не оказало отрицательного влияния на состояние мягколиственных насаждений. Напротив, оставленные на дорастивание тонкомерные деревья березы увеличили свой

прирост по диаметру. Данные, приведенные в таблице 3, свидетельствуют о хорошем состоянии пройденных равномерно-постепенными рубками березняков.

После рубки (см. табл. 3) началось увеличение запаса древостоя, но последний не достиг такового до рубки. Уборка наиболее крупных деревьев березы и осины способствовала увеличению доли сосны и ели в составе древостоев, а также увеличению их средних таксационных показателей. Особенно важно при проведении равномерно-постепенных рубок иметь объективные данные о наличии подроста. Логично, что значительная часть подроста была сохранена в процессе проведения лесосечных работ. Кроме того, освещение деревьев ели, обусловленное вырубкой части деревьев осины и березы, привело к усилению семеношения и появлению всходов и подроста. В результате общее количество подроста ели превысило аналогичный показатель до проведения первого приема равномерно-постепенной рубки (табл. 4).

Количество подроста ели спустя семь лет после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки в производных березняках

№ ПП	Состав под-роста	Общее количество подро-ста, тыс. шт./га	В т. ч. в пересчете на круп-ный, тыс. шт./га	Средняя высота, м	Средний возраст, лет
1	10Е	2,9	2,3	1,8	30
2	10Е	3,8	2,9	1,9	25
3	10Е	4,4	3,7	1,5	25
4	10Е	4,3	3,5	1,9	25
5	10Е	3,8	3,2	1,4	21

Наличие жизнеспособного подроста ели в количестве от 2,3 до 3,7 тыс. шт./га в пересчете на крупный свидетельствует, что при его сохранении в процессе завершающего приема равномерно-постепенной рубки будет сформирован еловый молодняк. Указанное наглядно свидетельствует о возможности переформирования производных березовых насаждений в коренные хвойные без создания лесных культур.

Заключение. В условиях Вологодской области актуальной является задача переформирования производных мягколиственных насаждений в коренные хвойные. Задача пере-

формирования производных березовых и осиновых насаждений в ельники может быть обеспечена равномерно-постепенными рубками. Уборка больных, поврежденных, а также наиболее крупных деревьев осины и березы способствует улучшению состава древостоя и появлению всходов и подроста. Спустя семь лет после первого приема равномерно-постепенной рубки в производных березняках количество подроста ели достигает 2,3–3,7 тыс. шт./га в пересчете на крупный, что позволяет надеяться на формирование ельников после завершающего приема рубки.

Список литературы

1. Азаренок В. А., Герц Э. Ф., Залесов С. В., Мехренцев А. В. Сортиментная заготовка древесины. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2015. 140 с.
2. Залесов С. В. Лесоводство. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. — 295 с.
3. Ведерников Е. А., Залесов С. В., Залесова Е. С., Магасумова А. Г., Толкач О. В. Обеспеченность подростом спелых и перестойных темнохвойных насаждений Пермского края//Лесн. журнал. — 2019. — № 3. — С. 32–42. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn 0536–1036. 2019.3.32
4. Залесова Е. С., Залесов С. В., Терехов Г. Г., Толкач О. В., Луганский Н. А., Шубин Д. А. Обеспеченность спелых и перестойных светлохвойных насаждений Западно-Уральского таежного лесного района подростом предварительной//Успехи современного естествознания. — 2019. — № 1. — С. 39–44.
5. Казанцев С. Г., Залесов С. В., Залесов А. С. Оптимизация лесопользования в производных березняках Среднего Урала. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. 156 с.
6. Калачев А. А. Качество подроста пихты сибирской под пологом пихтовых и березовых насаждений Рудного Алтая//Аграрный вестник Урала. — 2014. — № 4 (122). — С. 64–67.
7. Дебков Н. М., Залесов С. В., Оплетаев А. С. Обеспеченность осинников средней тайги подростом предварительной генерации (на примере Томской области)//Аграрный вестник Урала. — 2015. — № 12 (142). — С. 48–53.
8. Оплетаев А. С., Залесов С. В. Переформирование производных мягколиственных насаждений в лиственничники на Южном Урале. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2014. — 178 с.
9. Теринов Н. Н., Андреева Е. М., Залесов С. В., Луганский Н. А., Магасумова А. Г. Восстановление еловых лесов: теория, отечественный опыт и методы решения//Лесной журнал. 2020. Т. 3. С. 9–23. DOI: 10.37482.0536–1036–2020–3–9–23
10. Залесов С. В., Попов А. С., Белов Л. А., Залесова Е. С., Залесов В. Н., Оплетаев А. С. Рекомендации по проведению выборочных рубок в производных березняках Пермского края. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2017. — 41 с.
11. Залесов С. В., Оплетаев А. С. Лесоводственная эффективность рубок переформирования В. В. Селиванова//Аграрный вестник Урала. — 2011. — № 6 (85). — С. 47–49.
12. Герц Э. Ф., Залесов С. В. Повышение лесоводственной эффективности несплошных рубок путем оптимизации валки назначенных в рубку деревьев//Лесное хозяйство. — 2003. — № 5. — С. 18–20.
13. Усов М. В., Залесов С. В., Попов А. С., Чермных А. И., Стародубцева Н. И. Последствия чересполосных постепенных рубок в насаждениях сосняка бруснично-багульниково-мшистого подзоны северной тайги//Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В. Р. Филиппова. — 2020. — № 1. — С. 105–113. DOI: 10.34655/bgsha.2020.58.1.016.

14. Залесов С. В., Помазнюк В. А., Грачев В. А. Лесоводственная эффективность применения отечественной агрегатной техники при рубке спелых и перестойных древостоев//Аграрный вестник Урала. — 2009. — № 10 (64). — С. 101–103.
15. Данчева А. В., Залесов С. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения. — Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. — 152 с.
16. Бунькова Н. П., Залесов С. В., Залесова Е. С., Магасумова А. Г., Осипенко Р. А. Основы фитомониторинга. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2020. — 90 с.
17. Залесов С. В., Лобанов А. Н., Луганский Н. А. Рост и продуктивность сосняков искусственного и естественного происхождения. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. — 112 с.

Информация об авторах

ГОДОВАЛОВ Геннадий Александрович — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, кафедра лесоводства, Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург, Область интересов: рубки ухода, рубки спелых и перестойных насаждений. Автор 58 научных публикаций. ORCID <http://orcid.org/0000-0002-2309-2302>, e-mail: godovalov1952@mail.ru

СУРАЕВ Петр Николаевич — аспирант кафедры лесоводства, Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург, Область интересов: выборочные рубки спелых и перестойных насаждений. Автор 12 научных публикаций. ORCID <http://orcid.org/0000-0001-7482-9219>, e-mail: spn555@yandex.ru

КОТОВА Вероника Сергеевна — обучающаяся Уральского лесотехнического колледжа, Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург, Область интересов: совершенствование лесопользования. Автор 2 научных публикаций. ORCID <http://orcid.org/0000-0001-7342-5577>, e-mail: kotova8800@gmail.com

EFFICIENCY OF EVENLY GRADUAL FELLING IN DERIVATIVE BIRCH FORESTS OF VOLOGODSK REGION

Godovalov G. A., Suraev P. N., Kotova V. S.

The Ural state Forest Engineering University, Ekaterinburg

Summary. The possibilities of reformation of derivative birch plantations in indigenous spruce forests are analyzed in the article. Basing on the materials of five trial plots, the quantitative and qualitative characteristics of birch stands were analyzed before and seven years after evenly gradual felling. It has been experimentally established that as a result of diseased, damaged and largest birch and aspen trees harvesting, the proportion of coniferous increases in the composition of forest stands and the number of spruce trees in creases in the undergrowth. The absence of windblown, windbreak and dry trees testifies to the high resistance of birch stands to thinning. At the same time the number of spruce undergrowth from 2.3 to 3.7 thousand pieces per hectares in term of large growth make it possible to hope for the formation of native spruce plantations after the final felling in derivatives of soft deciduous plantations.

Keywords: Vologda region, birch derivatives, evenly gradual felony, undergrowth, reformation.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РУБОК УХОДА В ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

С. В. Контев^{1,2}, Н. А. Буньков²

¹Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, г. Архангельск, Россия

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова,
Архангельск, Россия,

Аннотация. В статье представлены результаты исследований опыта лесоводственной эффективности рубок ухода в Северо-таежном районе Европейской части Российской Федерации. Объект исследования — средневозрастное сосново-березовое насаждение зеленомошной группы типов лесов, в которых была проведена рубка ухода (прореживание) 20-летней давности. Установлено, что рубки ухода положительно сказывается на приросте сосновых насаждений. На протяжении практически всего периода после проведения рубок ухода наблюдалась тенденция повышения прироста, помимо это был определено начало снижения эффекта ухода.

Ключевые слова: рубки ухода, прореживание, интенсивное лесопользование, повышение продуктивности лесов.

Введение. Основной проблемой современного лесного хозяйства Европейского Севера является повышение интенсивности использования и воспроизводства лесов, которая, в свою очередь, связывается с реализацией системы рубок ухода. Определяющими факторами являются современные производственно-экономические возможности использования лесных земель [1]. Массовая смена породного состава и формирования молодых лесов на Севере определяется, в основном, антропогенным воздействием [3]. Участие лиственных пород в древостоях вторичных генераций в Архангельской области достигает до 65 % от лесопокрытой площади. Интенсивность использования лесов увеличивается с севера на юг, а наиболее интенсивный прирост насаждений на-

блюдается в местах недавних мест сплошных рубок (рис. 1). Для решения проблемы повышения продуктивности лесов и улучшения их качества и породного состава необходимо направить вектор развития на переход от экстенсивной модели лесопользования к интенсивной, в том числе и в северных районах. Такая модель обуславливается непрерывным использованием лесных насаждений с реализацией системы всех этапов рубок ухода.

На данный момент в Архангельской области такая модель лесопользования реализуется в южной части (Двинско-Вычегодский таежный район) Архангельской области [2]. За последние годы рубки ухода в средневозрастных насаждениях Архангельской области объемы полученной древе-

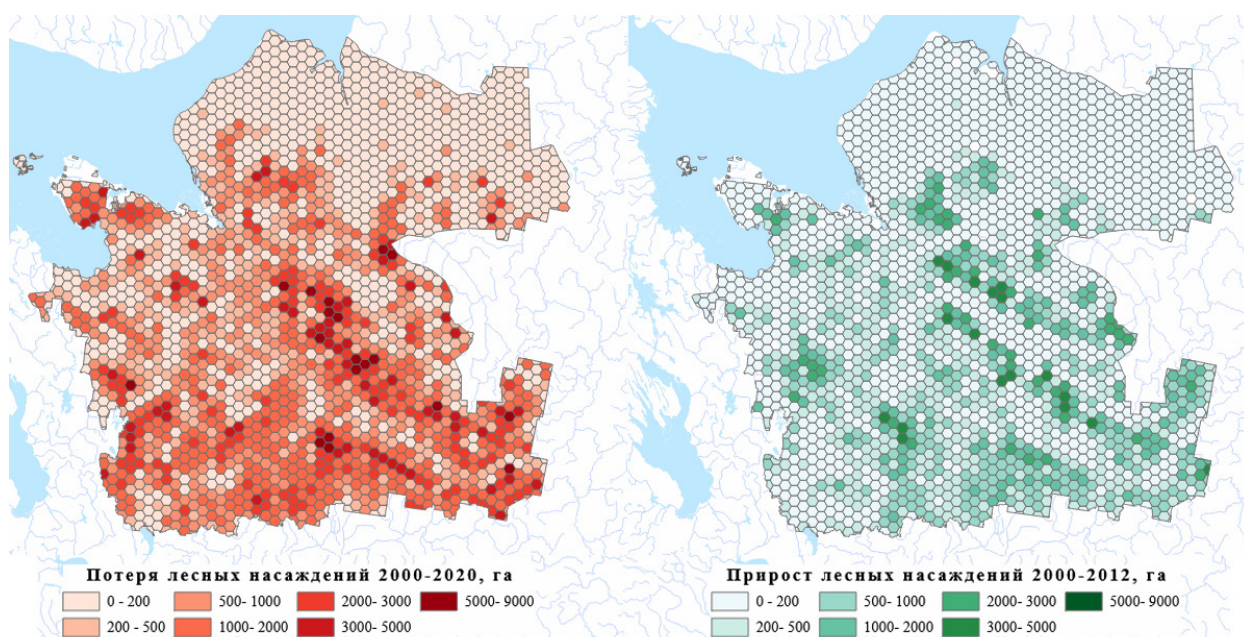


Рисунок 1 — Динамика лесов Архангельской области

сины достигли 770 тыс. м³ в год, что является показателем заготовки древесины в промышленных масштабах.

Целью данного исследования являлось изучение лесоводственной эффективности рубок ухода в Северо-таежном районе Европейской части Российской Федерации, для последующего внедрения модели интенсивного использования лесов.

Объекты, условия и методы. Исследования были проведены на территории Архангельского лесничества на лесных участках, где были проведены рубки ухода прореживания. Главной задачей исследования на объекте являлось установление оптимальных сроков назначения очередных приемов рубок ухода в хвойных насаждениях в Северо-таежного района Европейской части Российской Федерации в связи с внедрением интенсивной модели использования и воспроизводства лесов. Объект исследования представляет собой средневозрастное сосново-березовое насаждение зеленомошной группы типов лесов. В 2001 году в насаждении проведена рубка ухода прореживание. Доля сосны в составе на объекте исследований составила до 10 единиц. Средний возраст сосны — 45 лет. В составе подростка присутствовала ель, возрастом 20 лет и количеством 200 шт./га. Рубка производилась в летний период с возможной минимизацией нарушения напочвенного покрова и сохранением имеющегося в пасаках хвойного подростка. Ширина пасаек составила 35 метров, ширина волоков 4 метра. Доля выборки древесины на волоках и в пасаках в сумме составила 35 % от общего запаса древостоя. При рубке преимущественно выбиралась береза, а также деревья сосны, отстающие в росте и рассматриваемые как потенциальный отпад. Следует отметить, что при таком проценте выборки в пасеке были оставлены отстающие в росте деревья. Средний диаметр срубленных деревьев в пасаках составил $7,1 \pm 0,43$ см и $8,7 \pm 1,56$ на первой и второй пробных площадях, на волоке $8,8 \pm 1,46$ см и $9,2 \pm 0,73$ см соответственно. Средние диаметры деревьев оставленной части древостоя составили в настоящее время $13,4 \pm 0,28$ см и $14,1 \pm 0,37$ см на первой и второй пробных площадях соответственно.

Параметры назначаемых рубок ухода приведены ниже.

Пробная площадь № 1

Относительная полнота древостоя составляет 0,96, запас на 1 га — 221 м³. Средний объем ствола — 0,118. Процент выборки — 35 %. Максимальный диаметр вырубаемых в пасеке деревьев

из крупномерной части древостоя — 18 см. Выбираемый запас — 78 м³/га. (из них на 1 га средняя — 21 м³, мелкая — 53 м³, дрова — 3 м³). Количество стволов — 1870 шт./га.

Оставляемая часть древостоя после рубки: средний объем ствола — 0,099 м³, относительная полнота — 0,68, запас древостоя — 145 м³/га (из них на пробе: средняя — 21, мелкая — 124). Количество стволов — 1480 шт./га.

Пробная площадь № 2

Относительная полнота древостоя составляет 1,0, запас на 1 га — 248 м³. Средний объем ствола — 0,16. Процент выборки — 35 %. Максимальный диаметр вырубаемых в пасеке деревьев из крупномерной части древостоя — 21 см. Выбираемый запас — 87 м³/га (из них средняя — 39, мелкая — 45, дрова — 3).

Оставляемая часть древостоя после рубки: средний объем ствола — 0,131 м³, относительная полнота — 0,69, запас древостоя — 164 м³/га (из них на 1 га средняя — 55 м³, мелкая — 102 м³, дрова — 7 м³).

Количество стволов — 1250 шт./га. Основная часть порубочных остатков использовалась преимущественно для укрепления волоков и около 25 % равномерно распределялась по площади для сохранения почвенного плодородия.

В 2021 году для анализа лесоводственной эффективности рубок ухода были заложены 2 пробные площади. На пробных площадях на момент исследования сформировалось модальное, средневозрастное сосновое насаждение, обладающее средними по району исследований характеристиками. В насаждениях встречаются единичные деревья березы, а также сухостойные деревья сосны, что объясняется своевременным проведением ухода. За 20 лет после проведения рубки ухода сформировался подрост березы и ели, в количестве 400–600 шт./га, а также деревья сосны последующих генераций. При проведении исследований дополнительно выделяли деревья, которые следует назначить в последующую рубку на основании внешних признаков потенциального перспективного отпада. Последующее сопоставление соотношений высот и диаметров этих деревьев показало полное совпадение выделенных деревьев при величине соотношений более 1,3. Отмечено достоверное влияние рубки ухода на характеристики лесных насаждений. За прошедший период запас древостоев на первой и второй пробных площадях превысил дорубочный уровень, а значения среднего диаметра и высоты существенно увеличились.

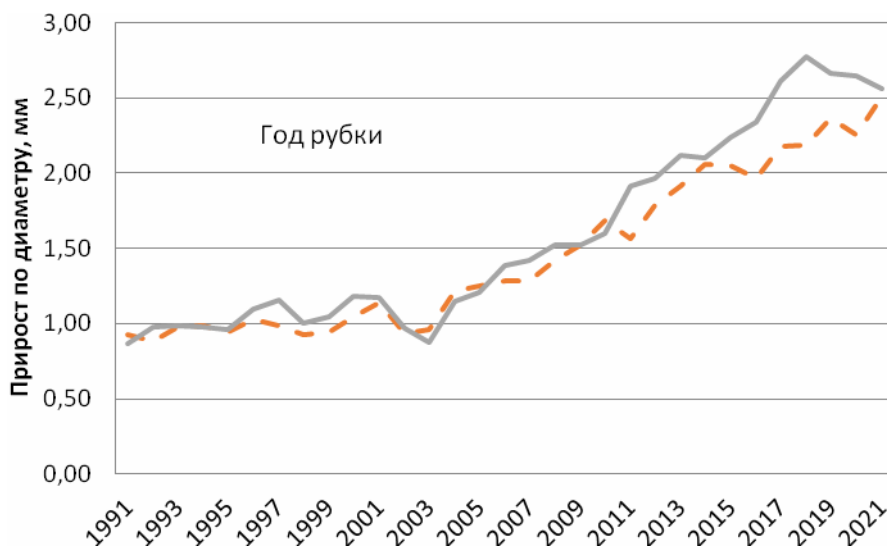


Рисунок 2 — Средний прирост деревьев по диаметру у края (1) и в центре (2) пасеки

Для определения оптимальных сроков назначения следующего приема рубки ухода была исследована динамика прироста деревьев, расположенных в центре и по краям пасек (рис. 2).

В среднем различия прироста по диаметру между деревьями, произрастающими в разных частях насаждения, несущественны, что говорит о правильном подходе к установлению интенсивности выборки и ширины волоков.

Деревья крупных размеров для данной совокупности (диаметром 16–22 см на высоте 1,3 м) лучше реагируют на влияние рубок ухода и их прирост (от $1,6 \pm 0,07$ мм до $2,2 \pm 0,07$ мм) достоверно отличается от прироста деревьев из тонкомерной части древостоя ($1,0 \pm 0,05$ мм). Изменение величины прироста (P) в зависимости от таксационного диаметра деревьев (D) имеет закономерный характер и выражается уравнением (1):

$$P = 0,537 \cdot 1,06^D; \quad (1)$$

где $R^2=0,85$, основная ошибка уравнения $\pm 0,16$ мм, пределы изменения независимой переменной составляют 8–24 см.

В течение 2–3 лет после рубки произошло некоторое снижение прироста, но затем в последующие 15–18 лет наблюдалась тенденция повышения прироста. Наиболее эффективное влияние рубки ухода оказывают на деревья большего диаметра. Меньший световой прирост тонкомерной части древостоя (8–12 см) объясняется затенением кронами более крупных деревьев. Следует отметить, что тонкомерная часть соснового древостоя имеет тенденцию более раннего снижения темпов светового прироста, чем толстомерная.

Заключение. В результате исследования установлено, что проведение рубок ухода прореживающие в Северо-таежном районе европейской части Российской Федерации положительно сказывается на приросте сосновых насаждений. Начало снижения эффекта ухода отмечается через 18–20 лет.

Список литературы

1. Артемьев А. И. и др. Повышение продуктивности лесов Европейского Севера. Архангельск: Архангельский институт леса и лесохимии, 1974. — 227 с.
2. Мелехов И. С. Рубки и возобновления леса на севере. Архангельск: Архангельское книжное издательство, 1960. — 200 с.
3. Проект «Коммерческие рубки ухода в Коряжме» [Электронный ресурс]. URL: <http://green-project.fsc.ru/katalog-proektov/economic/proekt-kommercheskie-rubki-uhoda-v-koryazhme-> (дата обращения 02.04.2022).

Информация об авторах

КОПТЕВ Сергей Викторович — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесоводства и лесоустройства, Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, Архангельск, Россия. Область научных интересов — закономерности формирования сортиментной и товарной структуры древостоев основных лесобразующих пород, древостоев вторичных генераций, лесных культур, лесная таксация, лесоустройство, автор 121 публикации, в том числе 4 монографий, SPIN-код: 1711–1365, AuthorID: 106182. E-mail: s.koptev@narfu.ru

EFFICIENCY OF IMPROVEMENT CUTTING IN CONIFEROUS PLANTATIONS OF THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA

S. V. Koptev¹, N. A. Bunkov²

¹Northern Research Institute of Forestry, Arkhangelsk, Russia

²Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia,

Annotation. The article presents the results of research on the experience of forestry efficiency of improvement cutting in the North Taiga region of the European part of the Russian Federation. The object of the study is a middle-aged pine-birch plantation of a green-mossy group of forest types in which improvement cutting (thinning) was carried out 20 years ago. It has been established that improvement cutting has a positive effect on the increment of pine plantations. During almost the entire period improvement cutting, there was a tendency to increase the increment, in addition, the beginning of a decrease in the effect of care was determined.

Keywords: improvement cutting, thinning, intensive timber exploitation, increasing forest productivity.

УДК 546.26: 633.877.3

ТЕМАТИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ, ФОТОСИНТЕЗА И ПРОДУКТИВНОСТИ СОСНЯКОВ ВОЛГО-ОКСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ НА ПРИМЕРЕ БАЛАХНИНСКОГО МЕЖРАЙОННОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

Е. В. Лебедев, И. А. Новожилов

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Резюме. В условиях Волго-Окского междуречья (Бурцевское участковое лесничество Балахнинского межрайонного лесничества Нижегородской области) в кварталах 49, 50, 51, 52, 61, 62, 63, 64, 74, 75 и 76 с доминированием сосны в составе насаждения путём эколого-физиологического анализа таксационных данных получены количественные показатели чистой продуктивности фотосинтеза, биологической продуктивности и листового индекса сосны обыкновенной. Исследования выполнялись в 2021 году путём актуализации таксационных показателей в кварталах с последующими камеральными расчётами (эколого-физиологическое преобразование). При выполнении эколого-физиологических преобразований использовался метод преобразований данных таксационных и весовых показателей, апробированный нами ранее на основных лесобразующих породах в пределах бореальной зоны Северной Евразии. Показано, что в пределах исследуемых кварталов чистая продуктивность фотосинтеза растений сосны в зависимости от таксационного выдела изменялась в 2,9 раза, а показатели биологической продуктивности и листового индекса варьировали в 2,37 и в 1,1 раза. Значения чистой продуктивности фотосинтеза по таксационным выделам исследованных кварталов в целом территориально согласовывались с таковым распределением значений биологической продуктивности. Слабое варьирование листового индекса по сравнению с чистой продуктивностью фотосинтеза связано с их экстенсивной стратегией — стремлением наращивать листовую поверхность, нежели увеличивать чистую продуктивность фотосинтеза. По результатам исследований составлены тематические карты изученных кварталов, отражающие данные чистой продуктивности фотосинтеза, биологической продуктивности и листового индекса с точностью до таксационного выдела. Тематические карты можно использовать при исследованиях фотосинтеза сосны обыкновенной в зоне Волго-Окского междуречья.

Ключевые слова: фотосинтез, листовый индекс, продуктивность, сосна, хвойно-широколиственные леса, Волго-Окское междуречье, тематическая карта

Введение. Одними из важнейших параметров, определяющих продуктивность древостоев лесообразующих пород, являются площадь и работа листового аппарата, поскольку от процесса фотосинтеза напрямую зависит процесс формирования фитомассы [8–10,40]. Продуктивность же лесных древесных растений имеет первостепенное лесохозяйственное значение, поскольку является базисом целых отраслей от деревообрабатывающей и бумажной до фармацевтической промышленности [1,35,36]. Существующие способы получения и представления как цифровой, так и картографической лесохозяйственной информации в основном оперируют данными объёмов полезной части стволов и режы — фитомассой [29,39,41]. Данных же по количественным параметрам фотосинтетического аппарата и листового индекса, а также по темпам увеличения сухой фитомассы достаточно мало, и они разрознены [37,38]. Картографирование этих показателей практически не проводится. Между тем, в рамках учёта лесного фонда наработан весьма обширный объём данным, отражающих таксационные показатели лесов России, а закономерности распределения фитомассы по фракциям (хвоя, сучья, стволы, корни) по целому ряду регионах отражены в целом ряде баз данным [39]. Разработанный нами ретроспективный эколого-физиологический анализ табличных данных фитомасс позволяет перейти к расчёту и тематическому картографированию данных фотосинтетической активности листового аппарата и биологической продуктивности растений [28,30–32], опираясь на климатические условия региона [2] и показатели фитомассы растений, ранжированные по возрастам [39]. Этот метод был нами успешно применён на листовых и хвойных древостоях, в том числе: сосняках [4,7,12, 21,23–27], ельниках [3], лиственничниках [5,6,14,17], березниках [15,22,], дубравах [18,19], липняках [13], ясеневых насаждениях [16].

Цель исследований — по лесоустроительным материалам путём эколого-физиологического преобразования определить и составить тематические карты показателей чистой продуктивности фотосинтеза, листового индекса и биологической продуктивности древостоев Волго-Окского междуречья на примере кварталов с преобладанием сосны обыкновенной с точностью до таксационного выдела.

Объекты, условия и методы. Объектами изучения являлись древостои в кварталах с преобладанием сосняков: 49, 50, 51, 52, 61, 62, 63, 64, 74, 75

и 76 Бурцевского участкового лесничества Балахинского межрайонного лесничества Нижегородской области. Исследования выполнялись осенью 2021 года непосредственно в кварталах (актуализация таксационных данных), так и в Нижегородской ГСХА (обработка полученных данных). Преобразование таксационных показателей в количественные данные чистой продуктивности фотосинтеза, листового индекса и биологической продуктивности проводилось по эколого-физиологическим методикам [3,4,6,7,20,29,33,34] с использованием данных фитомасс, ранжированных по возрастам [39] и климатических показателей региона исследований [2]. Индекс листовой поверхности (листовой индекс) определяли как отношение поверхности хвои всех деревьев на выделе к площади выдела и выражали в $\text{м}^2/\text{м}^2$. Расчёты с применением MS Excel 2019, а картографическая обработка результатов выполнялась с помощью QGIS 3.22.5.

Результаты и обсуждение. На первой тематической карте показано пространственное распределение показателя чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ, $\text{г}/\text{м}^2/\text{день}$) по выделам исследованных кварталов (рис. 1).

Исследование показало, что чистая продуктивность фотосинтеза в пределах выбранного участка изменялась в 2,9 раза (от 0,42 до 1,22 $\text{г}/\text{м}^2/\text{день}$). Слабая чистая продуктивность фотосинтеза наблюдалась в насаждениях большего возраста, а высокая — в самых молодых. Это полностью согласуется с ранее полученными нами показателями ЧПФ в онтогенезе для древостоев разных пород, которые в результате истощения почвенного плодородия с возрастом снижали показатели фотосинтеза и минеральной продуктивности в зависимости от почвенных условий [29].

Значения биологической продуктивности (БП) на исследуемой территории колебались 2,37 раза (от 1,11 до 2,63 раза). Особенности изменения показателя по выделам и связь с возрастом были схожими с особенностями, наблюдаемыми при пространственном распределении ЧПФ (рис. 2).

Листовой индекс сосняков исследуемых кварталов варьировал слабо: в 1,1 раза и распределялся по таксационным выделам не соразмерно ЧПФ и БП, поскольку он зависел от поверхности хвои, сформированной насаждением в конкретных условиях и от количества экземпляров деревьев на выделе (рис. 3).

Адаптируясь к условиям в конкретном таксационном выделе, растения формировали специ-

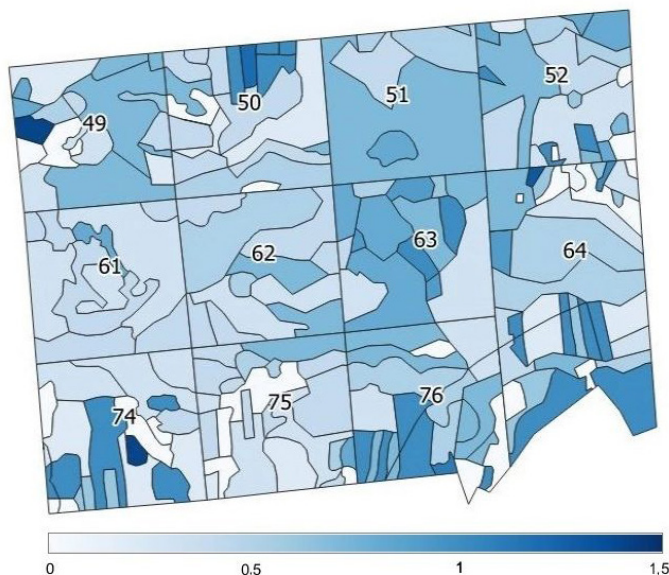


Рисунок 1 — Тематическая карта чистой продуктивности фотосинтеза в Бурцевском участковом лесничестве Балахнинского межрайонного лесничества, г/м²/день

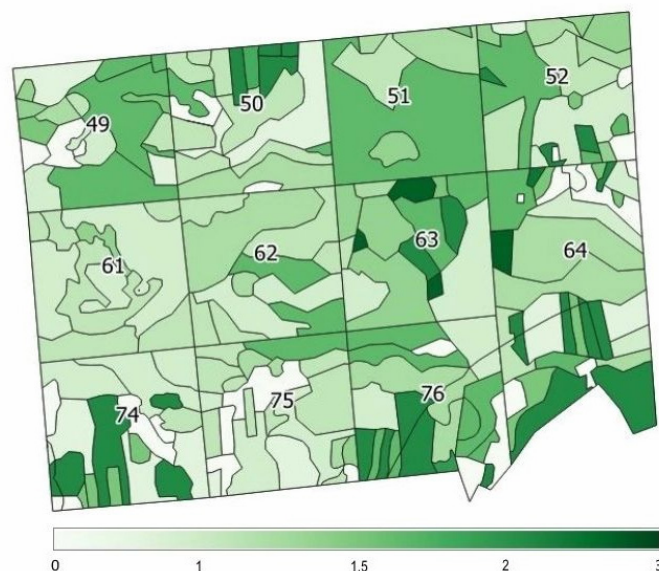


Рисунок 2 — Тематическая карта биологической продуктивности в Бурцевском участковом лесничестве Балахнинского межрайонного лесничества, раз



Рис. 3. Тематическая карта листового индекса в Бурцевском участковом лесничестве Балахнинского межрайонного лесничества, м²/м²

фичную пространственную конфигурацию листового аппарата, позволяющую поддерживать чистую продуктивность фотосинтеза на максимально возможном уровне. Такой эффект объясняется тем, что, как нами было установлено в балансовых экспериментах, растения сосны для увеличения продуктивности предпочитают экстенсивный путь (наращивание поверхности

хвои) интенсивному пути (увеличению ЧПФ), так как ЧПФ поддерживается ими на максимально высоком уровне [11].

Выводы

1. Путём эколого-физиологического преобразования данных таксационного описания Бурцевского участкового лесничества Балахнинского межрайонного лесничества получены повыдельные количественные показатели чистой продуктивности фотосинтеза, биологической продуктивности и листового индекса сосновых древостоев.

2. Показано, что в пределах кварталов: 49, 50, 51, 52, 61, 62, 63, 64, 74, 75 и 76 чистая продуктивность фотосинтеза растений сосны в зависимости от выдела изменялась в 2,9 раза, а показатели биологической продуктивности и листового индекса варьировали в 2,37 и в 1,1 раза.

3. Слабое варьирование листового индекса по сравнению с чистой продуктивностью фотосинтеза связано с их экстенсивной стратегией — стремлением наращивать листовую поверхность, нежели увеличивать чистую продуктивность фотосинтеза.

4. По результатам исследований составлены тематические карты, которые можно использовать при исследованиях фотосинтеза сосны обыкновенной в условиях Волго-Окского междуречья.

Список литературы

1. 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 (361). — С. 9–17.
2. Курнаев С. Ф. Лесорастительное районирование СССР. — М.: Изд-во АН СССР, 1973. — 203 с.

3. Лебедев В. М., Лебедев Е. В. Взаимосвязь биологической продуктивности и поглотительной деятельности корней хвойных пород в онтогенезе в зоне южной тайги России//Агрохимия. — 2012. — № 8. — С. 9–17.
4. Лебедев В. М., Лебедев Е. В. Минеральное питание и биологическая продуктивность сосны обыкновенной в онтогенезе в условиях северной Евразии//Агрохимия. — 2013. — № 10. — С. 20–29.
5. Лебедев В. М., Лебедев Е. В. Количественные показатели функционирования листового аппарата, корневой системы и биологическая продуктивность растений рода *Larix* на уровне организма в онтогенезе в условиях России//Агрохимия. — 2014. — № 12. — С. 31–41.
6. Лебедев В. М., Лебедев Е. В. Функционирование листового аппарата, корневой системы и биологической продуктивности лиственницы сибирской на уровне организма в онтогенезе (на примере лиственничников Архангельской области)//Лесной журнал. — 2018. — № 3. — С. 9–19. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.3.9
7. Лебедев В. М., Лебедев Е. В. Эколого-физиологические особенности реакции сосны обыкновенной на уровень плодородия почвы как показатель адаптации к условиям среды//Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2019. — № 6 (372). — С. 92–103.
8. Лебедев Е. В. Поглотительная деятельность корневой системы и биологическая продуктивность древесных пород при повышении концентрации CO_2 в атмосфере//Лесоз экологические проблемы Поволжья — Н. Новгород, НГСХА. — 2003. — С. 194–203.
9. Лебедев Е. В. Реакция лесобразующих пород Волго-Вятского региона на задымление//Лесоз экологические проблемы Поволжья — Н. Новгород, НГСХА. — 2003. — С. 185–193.
10. Лебедев Е. В. Влияние уровня калийного питания на морфологические особенности, функциональную и физиологическую активность корней сеянцев лиственницы и сосны//В сборнике: Лесоводство Нижегородской области на рубеже веков. сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции. Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. — 2004. — С. 68–78.
11. Лебедев Е. В. Фотосинтез и биологическая продуктивность лесных пород Волго-Вятского региона в условиях естественного задымления//Материалы Международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. — Рязань — 2004. — С. 57–59.
12. Лебедев Е. В. Влияние густоты насаждения на минеральное питание и биологическую продуктивность сосны обыкновенной в онтогенезе в центральном Черноземье//Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. — 2012. — № 4. — С. 35–39.
13. Лебедев Е. В. Продуктивность фотосинтеза и минеральное питание липы мелколистной на уровне организма в онтогенезе в среднем Поволжье//Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. — 2012. — № 4. — С. 5–10.
14. Лебедев Е. В. Количественные показатели чистой продуктивности фотосинтеза, минерального питания и биологической продуктивности лиственницы сибирской в онтогенезе в зоне Южного Алтая//Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2012. — № 12 (98). — С. 061–066.
15. Лебедев Е. В. Продуктивность берёзы белой на уровне организма в онтогенезе в европейской части России//Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2012. — № 4 (36). — С. 18–22.
16. Лебедев Е. В. Биологическая продуктивность и минеральное питание ясеня обыкновенного в условиях северной Европы//Известия Саратовского государственного университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. — 2012. — Т. 12. — № 3. — С. 93–100.
17. Лебедев Е. В. Влияние типа лесорастительных условий на поглотительную деятельность корневой системы и биологическую продуктивность лиственницы сибирской на уровне организма в онтогенезе//Вестник Красноярского государственного аграрного университета. — 2013. — № 1. — С. 68–74.
18. Лебедев Е. В. Биологическая продуктивность дуба черешчатого на уровне организма в онтогенезе в европейской части России//Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. — 2013. — № 3 (95). — С. 28–32.
19. Лебедев Е. В. Продуктивность, фотосинтез и минеральное питание дуба черешчатого, берёзы пушистой и липы сердцевидной в европейской части России на уровне организма в онтогенезе//Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. — 2013. — № 3 (95). — С. 33–39.
20. Лебедев Е. В. Минеральное питание и биологическая продуктивность основных лесобразующих пород Беларуси в онтогенезе//Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. — 2013. — № 3. — С. 23–29.
21. Лебедев Е. В. Количественная характеристика функционирования листового аппарата, корневой системы и биологической продуктивности сосны обыкновенной в онтогенезе в условиях Поволжья//Вестник Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского. — 2013. — № 3-1. — С. 138–144.
22. Лебедев Е. В. Минеральное питание и биологическая продуктивность берёзы белой в онтогенезе в Северной Евразии//Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2013. — № 5 (103). — С. 086–091.
23. Лебедев Е. В. Поглотительная деятельность корней и биологическая продуктивность сосны обыкновенной в онтогенезе в Уральском регионе//Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2013. — № 4 (42). — С. 9–13.
24. Лебедев Е. В. Минеральное питание и биологическая продуктивность сосны обыкновенной в древостоях разных бонитетов на уровне организма в онтогенезе в Центральном Черноземье//Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2014. — № 5 (49). — С. 51–55.

25. Лебедев Е. В. Фотосинтез, минеральное питание и биологическая продуктивность древостоев разных бонитетов сосны обыкновенной в республике Беларусь в онтогенезе//Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 4. — С. 37–45.
26. Лебедев Е. В. Комплексный физиологический анализ таксационных данных фитомассы древостоев *Pinus sylvestris* (pinopsida: pinaceae) на уровне организма в онтогенезе в европейской части России//Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. — 2015. — № 1. — С. 126–141.
27. Лебедев Е. В. Количественные показатели взаимодействия корневой системы и листового аппарата у древостоев сосны обыкновенной на уровне организма в онтогенезе в условиях южной тайги и смешанных лесов России//Известия Оренбургского государственного аграрного университета. — 2015. — № 2 [52]. — С. 166–171.
28. Лебедев Е. В., Буслаев П. А. К вопросу о картографировании фотосинтетической активности и депонирования углерода сосновых насаждений//В сборнике: Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Бессчетновой Н. Н. — Нижний Новгород. — 2019. — С. 179–183.
29. Лебедев Е. В. Эколого-физиологические характеристики реакции древесных пород на уровне организма на изменение режима питания: дисс. ... докт. с.-х. наук: 06.03.02/Евгений Валентинович Лебедев. — Архангельск, 2019. — 369 с.
30. Лебедев Е. В., Есина В. В. Картографическое представление депонирования углерода березняков на примере Борского районного лесничества//Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 4 (32). — С. 40–45.
31. Лебедев Е. В., Корзин А. М. Создание тематических карт чистой продуктивности фотосинтеза и депонирования углерода дубовых насаждений в условиях Разинского районного лесничества//В сборнике: Молодежный агрофорум — 2021. Материалы Международной научно-практической интернет-конференции молодых ученых. под общ. ред. Н. Ю. Бармина. — Нижний Новгород, 2021. — С. 187–192.
32. Лебедев Е. В., Шушляев И. С. Картографическое представление листового индекса, фотосинтетической активности и биологической продуктивности березняков Борского районного лесничества//В сборнике: Молодежный агрофорум — 2021. Материалы Международной научно-практической интернет-конференции молодых ученых. под общ. ред. Н. Ю. Бармина. — Нижний Новгород, 2021. — С. 192–197.
33. Лебедев Е. В., Локтева А. В., Есичев А. О. Суммарные и годовые показатели депонирования углерода, углекислого газа и эмиссии кислорода древостоями ООПТ «Болото Семиречье» (Бурцевское участковое лесничество Балахнинского районного лесничества)//Свидетельство о регистрации базы данных 2022621217, 26.05.2022. Заявка № 2022621082 от 18.05.2022.
34. Лебедев Е. В., Локтева А. В., Есичев А. О. Суммарные и годовые показатели депонирования углерода, углекислого газа и эмиссии кислорода древостоями ООПТ «Болото по рекам Черной и Пройма» (Бурцевское участковое лесничество Балахнинского районного лесничества)//Свидетельство о регистрации базы данных 2022621664, 07.07.2022. Заявка № 2022621080 от 18.05.2022.
35. Логунов Д. В. Состояние насаждений лиственницы сибирской в Нижегородской области. Рекомендации по повышению их продуктивности//Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2017. — № 2 (14). — С. 4–8.
36. Логунов Д. В., Скачков Ю. С. Продуктивность и товарная структура естественных древостоев ели в Краснобаковском районном лесничестве Нижегородской области//Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 4 (32). — С. 51–56.
37. Попова Е. В. Фотосинтетическая продуктивность хвойных древостоев на территории иркутской области: автореф. ... канд. биол. наук: 03.02.08/Попова Екатерина Владимировна. — Иркутск, 2012. — 19 с.
38. Суворова Г. Г., Деловеров А. Т., Попова М. В. Использование ГИС-технологий в построении карт фотосинтеза хвойных на больших территориях//Успехи современной биологии. — 2010. — Т. 130. — № 3. — С. 275–285.
39. Усольцев В. А. Фитомасса лесов Северной Евразии: нормативы и элементы географии. — Екатеринбург: УрО РАН, 2002. — 763 с.
40. Шатилов И. О. Принципы программирования урожайности полевых культур.//В сб.: Программирование урожая сельскохозяйственных культур. — 1976. — С. 16–26.
41. Pach M., Podlaski R. Tree diameter structural diversity in Central European forests with *Abies alba* and *Fagus sylvatica*: managed versus unmanaged forest stands//Ecological Research. — 2015. — Vol. 30. Issue 2. — P. 367–384.

Информация об авторах

ЛЕБЕДЕВ Евгений Валентинович — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры «Лесная таксация и лесоустройство», заведующий научно-исследовательской лабораторией депонирования углерода и эмиссии парниковых газов, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, E-mail: proxim77@mail.ru

НОВОЖИЛОВ Иван Алексеевич — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры «Почвоведение и природообустройство», начальник Учебно-производственного управления Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, E-mail: novozhilov-nnsaa@yandex.ru

THEMATIC MAPPING OF INDICATORS OF LEAF SURFACE, PHOTOSYNTHESIS AND PRODUCTIVITY OF PINE FORESTS OF THE VOLGA-OKA INTERFLUVE ON THE EXAMPLE OF THE BALAKHNA INTERDISTRICT FORESTRY

E. V. Lebedev, I. A. Novozhilov
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

Summary. In the conditions of the Volga-Oka interfluve (Burtsevo district forestry of the Balakhninsky interdistrict forestry of the Nizhny Novgorod region) in the quarters 49, 50, 51, 52, 61, 62, 63, 64, 74, 75 and 76 with the dominance of pine in the composition of the plantation, quantitative indicators of the net productivity of photosynthesis, biological productivity and leaf index of scots pine. The research was carried out in 2021 by updating the taxation indicators in quarters with subsequent desk calculations (ecological and physiological transformation). When performing ecological and physiological transformations, the method of transformation of these taxation and weight indicators was used, which we tested earlier on the main forest-forming rocks within the boreal zone of Northern Eurasia. It is shown that within the studied quarters, the net photosynthesis productivity of pine plants, depending on the stratum, changed 2.9 times, and the indicators of biological productivity and leaf index varied by 2.37 and 1.1 times. The values of the net productivity of photosynthesis according to the strata of the studied quarters were generally geographically consistent with such a distribution of biological productivity values. The weak variation of the leaf index in comparison with the net productivity of photosynthesis is due to their extensive strategy — the desire to increase the leaf surface rather than increase the net productivity of photosynthesis. According to the results of the research, thematic maps of the studied quarters were compiled, reflecting the data on the net productivity of photosynthesis, biological productivity and leaf index with accuracy up to the stratum. Thematic maps can be used in studies of photosynthesis of scots pine in the Volga-Oka interfluve zone.

Keywords: photosynthesis, leaf index, productivity, pine, coniferous-deciduous forests, Volga-Oka interfluve, thematic map.

УДК 581.9 (571.1)

ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ НА ВЫРУБКАХ И ГАРЯХ В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

А. А. Малиновских, А. А. Маленко
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

Аннотация. Изучено лесовосстановление после рубок и пожаров в северо-восточной части ленточных боров Западной Сибири. В типах леса свежий (Свб) и травяной бор (Трб) на вырубках после чересполосных постепенных рубок (ЧПР) давностью 8–10 лет и на гари 2006 года выполнен учет естественного и искусственного возобновления главной породы. Установлено, что после пожара густота подроста сосны достигает в свежем бору 16,9 тыс. шт./га, в травяном бору 4,7 тыс. шт./га. После рубок густота подроста сосны на вырубленных полосах не превышает 1 тыс. шт./га из-за сильного угнетения со стороны напочвенного покрова и лиственных пород (6,8–14,1 тыс. шт./га). Сохранность лесных культур сосны на вырубках не превышает 10–20 %.

Ключевые слова: лесовосстановление, сосна обыкновенная, ленточные боры, гарь, вырубка, тип леса.

Введение. Процессы лесовосстановления в сосновых лесах Западной Сибири изучались неоднократно [1–4]. Специальные исследования проводились в ленточных борах Западной Сибири, в которых хозяйственная деятельность активно ведется последние 250 лет, а лесные насаждения имеют повышенную горимость [5–10]. Был подробно изучен подвид сосны обыкновенной — кулундинская, который образует лесные массивы в юго-западной части ленточных боров [11,12]. Особую значимость представляют научные исследования

в ленточных борах Западной Сибири на современном этапе [13–15]. Это связано с усилением экологической роли лесов, несовершенством лесного законодательства, затяжным кризисом в лесном хозяйстве. Для сохранения защитных функций и обоснования режима лесопользования ленточные боры Западной Сибири в 2019 г. были выделены в отдельный лесной район [16]. В этой связи изучение их особенностей имеет не только теоретический, но и прикладной характер, послужит основой для устойчивого лесопользования.

Распределение подроста сосны обыкновенной по группам высот на гари 2006 г., тыс. шт./га/%

Пробная площадь	Год учета	Группы высот			Итого
		До 0,5 м	0,6–1,5 м	Более 1,5 м	
ПП № 1 Контроль, ТРБ (А3)	2018	2851/54	2148/40	273/6	5272/100
	2021	2170/29	3870/52	1420/19	7460/100
ПП № 2 Контроль, СВБ (А2)	2018	3750/45	2890/34	1757/21	8397/100
	2021	2200/19	5730/50	3420/31	11350/100
ПП № 3 Гарь, А3	2018	195/6	234/8	2578/86	3007/100
	2021	170/4	750/17	3580/79	4500/100
ПП № 4 Гарь, А3	2018	195/5	664/20	2539/75	3398/100
	2021	250/6	750/18	3200/76	4200/100
ПП № 5 Гарь, А3	2018	273/8	625/17	2695/75	3593/100
	2021	80/2	1200/26	3400/72	4680/100
ПП № 6 Гарь, А3	2018	234/6	742/20	2812/74	3788/100
	2021	0/0	0/0	0/0	0/0
ПП № 7 Гарь, А2	2018	742/5	2734/16	13398/79	16874/100
	2021	820/5	2600/17	11780/78	15200/100
ПП № 7 Гарь, А2	2018	546/4	1835/12	12539/84	14920/100
	2021	740/5	2100/13	13060/82	15900/100

Цель исследования — установить закономерности процессов естественного и искусственного лесовосстановления на вырубках и гарях в северо-восточной части ленточных боров Западной Сибири

Объекты, условия и методы. Объекты исследований — сосновые насаждения, подверженные рубкам и пожарам в лесном фонде Кулундинского лесничества Алтайского края. Согласно природному районированию Алтайского края [17], территория Кулундинского лесничества относится к лесостепной зоне, подзоне южной лесостепи (колючей степи) на обыкновенных черноземах, району южной лесостепи (колючей степи) центральной части Приобского плато. Климат — резко-континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет +1,5 °С. Продолжительность вегетационного периода — 140 дней, безморозного периода — 120 дней. Среднее годовое количество осадков — 435 мм, из которых на апрель-июнь приходится 28,3 %. Коэффициент увлажнения — 0,45.

Исследования выполнены в 2017–2021 гг. Изучена гарь 2006 г., общей площадью 16,8 га и вырубки 2011, 2013 гг., после чересполосных постепенных рубок (ЧПР). Преобладающие до пожара и рубки типы леса: свежий (западинный) бор — Свб (свежие лесорастительные условия — А2), травяной бор — Трб (влажные лесорастительные условия — А3). Для изучения процесса лесовосстановления использованы методы пробных площадей, учетных площадок, геоботанический описаний, таксации древостоев [18]. Всего заложено 12

пробных площадей, более 350 учетных площадок, сделано более 20 геоботанических описаний.

Результаты и обсуждение. Густота подроста, его распределение на высотные и возрастные группы зависит от типа леса в до пожарный период и типа лесорастительных условий после пожара [19]. В ленточных борах из сложного бугристо-грядового рельефа наблюдается сочетание типов лесорастительных условий — от сухих на вершинах, до свежих и влажных на склонах и в низинах. Под пологом насаждений влияние рельефа несколько сглаживается за счет защитного влияния древостоя, сохранение влаги, создание микроклиматических условий. Поэтому, в большинстве случаев, до пожара естественное возобновление леса в сухих и свежих типах леса происходит успешно [5,7].

Иная ситуация складывается после пожара. Чем интенсивнее пожар и больше площадь гари, тем сложнее протекает лесовосстановительный и лесовозобновительный процессы [10]. На гари отсутствует защитное влияние древостоев, нет лесной подстилки, резко меняется живой напочвенный покров и свойства почвы [20]. Распределение подроста сосны обыкновенной по группам высот на гари 2006 г. представлено в таблице 1. Распределение по группам высот и общая густота подроста сосны до и после пожара зависят от типа лесорастительных условий (типа леса до пожара). Густота подроста выше в свежих лесорастительных условиях — А₂, чем во влажных лесорастительных условиях — А₃.

Распределение подроста сосны по группам жизненного состояния на гари 2006 г., шт./га/%

Пробная площадь	Год учета	Группы жизненного состояния			Итого
		благонад.	сомнит.	неблагонад.	
ПП № 1 Контроль, ТРБ (А3)	2018	3710/70	1328/25	234/5	5272/100
	2021	4850/65	2240/30	370/5	7460/100
ПП № 2 Контроль, СВБ (А2)	2018	6406/76	1835/22	156/2	8397/100
	2021	8510/75	2270/20	570/5	11350/100
ПП № 3 Гарь, А3	2018	2775/92	231/8	-	3007/100
	2021	4095/91	405/9	-	4500/100
ПП № 4 Гарь, А3	2018	3281/96	117/4	-	3398/100
	2021	3907/93	210/5	83/2	4200/100
ПП № 5 Гарь, А3	2018	3125/87	468/13	-	3593/100
	2021	3775/81	655/14	250/5	4680/100
ПП № 6 Гарь, А3	2018	3245/86	543/14	-	3788/100
	2021	0/0	0/0	0/0	0/0
ПП № 7 Гарь, А2	2018	13789/82	3085/18	-	16874/100
	2021	12000/79	2888/19	312/2	15200/100
ПП № 8 Гарь, А2	2018	12460/84	2460/16	-	14920/100
	2021	13515/85	2385/15	-	15900/100

Под пологом леса (контроль) в типах леса Свб и Трб большая часть подроста сосны относится к мелкому (19–54 %) и среднему (34–50 %). На гари 2006 г. большая часть подроста сосны относится к крупному (72–86 %), так как он появился сразу после пожара, когда почва еще не была затянута живым напочвенным покровом и не утратила лесных свойств.

Возобновление сосны обыкновенной на гари 2006 г. в динамике показывает, что процесс восстановления идет успешно, кроме отдельных участков — ПП № 6. Отсутствие подроста сосны на этом участке при повторном учете указывает на сильное задернение почвы травянистым покровом и угнетение сосны. Распределение подроста сосны по группам жизненного состояния на гари 2006 г. представлено в таблице 2.

Подрост сосны неодинаково реагирует на условия под пологом леса и на открытом месте — гари. Эта реакция выражается в значительном количестве подроста сосны из групп сомнительного (20–30 %) и частично неблагонадежного (2–5 %) под пологом леса. Доля благонадежного подроста сосны под пологом древостоя достигает 65–76 %, при этом, в свежем бору доля выше (75–76 %), в травяном бору ниже (65–70 %).

На гари 2006 г. большая часть подроста относится к благонадежному, т. к. условия освещенности здесь отличные, нет недостатка в свете. Доля благонадежного подроста на гари мало зависит от типа лесорастительных условий и варьирует

в пределах 79–96 %. Доля сомнительного подроста сосны варьирует от 4 до 19 %, неблагонадежного 2–5 %. Распределение подроста сосны по группам возраста на гари 2006 г. представлено в таблице 3. После верхового пожара на гари образуется только последующее возобновление леса, и весь успех лесовосстановительного процесса будет зависеть от его наличия и густоты. На гари 2006 г. преобладает подрост сосны из возрастной группы 6–10 лет (более 60–68 %). Значительную долю подроста представляет группа 11–15 лет (27–65 %), которая образовалась непосредственно после пожара. Разновозрастная структура возобновления обеспечивает устойчивость при формировании хвойных молодняков на гари. Разновозрастный подрост и молодняк растут лучше и быстрее, чем одновозрастные в лесорастительных условиях ленточных боров [4,6].

Густота подроста сосны после пожара 2006 г. в свежих лесорастительных условиях (А2) достигает 14,9–16,9 тыс. шт./га, что по шкале Г. В. Крылова [1] оценивается как «хорошее» возобновление. Во влажных лесорастительных условиях (А3) на гари 2006 г. развит густой напочвенный покров и густота подроста меньше (0–4,7 тыс. шт./га), что оценивается как «неудовлетворительное» и «слабое». Чересполосные постепенные рубки выполнялись в ленточных борах в порядке производственного опыта в свежих и влажных лесорастительных условиях [4]. Однако, в большинстве случаев вырубленные полосы

Распределение подроста сосны по группам возраста на гари 2006 г., шт./га/%

Пробная площадь	Год учета	Группы возраста, лет				Итого
		2–5	6–10	11–15	старше 16	
ПП № 1 Контроль, ТРБ (А3)	2018	2208/42	3064/58	-	-	5272/100
	2021	3200/43	4030/54	155/2	75/1	7460/100
ПП № 2 Контроль, СВБ (А2)	2018	3526/42	4425/53	446/5	-	8397/100
	2021	4540/40	5900/52	795/5	115/3	11350/100
ПП № 3 Гарь, А3	2018	186/6	853/29	1968/65	-	3007/100
	2021	225/5	1260/28	3015/67	-	4500/100
ПП № 4 Гарь, А3	2018	197/6	948/31	2153/63	-	3398/100
	2021	252/6	1260/30	2688/64	-	4200/100
ПП № 5 Гарь, А3	2018	380/11	1138/32	2075/57	-	3593/100
	2021	370/8	1500/32	2810/60	-	4680/100
ПП № 6 Гарь, А3	2018	225/6	1538/41	2025/53	-	3788/100
	2021	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
ПП № 7 Гарь, А2	2018	886/5	11546/68	4442/27	-	16874/100
	2021	912/6	10184/67	4104/27	-	15200/100
ПП № 8 Гарь, А2	2018	889/6	9289/62	4742/32	-	14920/100
	2021	1113/7	9540/60	5247/33	-	15900/100

Таблица 4

Распределение возобновления сосны в бороздах на вырубленных лентах, ЧПР 2011 г., шт./%

Протя-женность борозды	Посаженные		Самосев сосны, высотой, см					
	живые	сухие	всходы	до 10 см	11–50	51–100	100–150	всего
0–50	$\frac{3}{-}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{30}{22,2}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{105}{77,8}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{135}{100}$
51–100	$\frac{3}{3,8}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{24}{30,8}$	$\frac{27}{34,7}$	$\frac{15}{19,2}$	$\frac{9}{11,5}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{78}{100}$
101–150	$\frac{3}{20,0}$	$\frac{5}{-}$	$\frac{6}{40,0}$	$\frac{3}{20,0}$	$\frac{3}{20,0}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{15}{100}$
151–200	$\frac{2}{-}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{18}{28,5}$	$\frac{36}{57,2}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{9}{14,3}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{63}{100}$
201–225	$\frac{2}{-}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{9}{30,0}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{15}{50,0}$	$\frac{6}{20,0}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{30}{100}$
Всего	$\frac{6}{1,9}$	$\frac{15}{-}$	$\frac{87}{27,1}$	$\frac{66}{20,5}$	$\frac{138}{43,0}$	$\frac{24}{7,5}$	$\frac{2}{-}$	$\frac{321}{100}$

были не обеспечены надежным подростом главной породы. Причиной этого выступает сильная конкуренция со стороны живого напочвенного покрова и подлеска. До рубки, под пологом древостоя, эти компоненты насаждения присутствуют, но не получают сильного развития по причине угнетения древостоем сосны. После рубки происходит резкий «приток» света, тепла и влаги, в результате чего рост и развитие живого напочвенного покрова, кустарников из состава подлеска усиливается [21].

Естественное возобновление сосны затрудняется уже в первые годы после рубки. Если не было массового налета семян и появления всходов главной породы в первый год после рубки, то на успеш-

ное возобновление рассчитывать не приходится. В то же время на вырубленных лентах активно поселяются второстепенные породы — береза и осина. Возобновление леса происходит через смену пород и растягивается на длительный период времени. Нами выполнен учет возобновления на лесосеках ЧПР в бороздах с посаженными лесными культурами сосны. Распределение возобновления сосны обыкновенной в бороздах на вырубленных лентах представлено в таблице 4.

Примечание: на вырубленной полосе 6 борозд.

Густота естественного возобновления сосны — 693 шт./га, сохранившихся лесных культурах сосны — 34 шт./га. Имеющегося в наличии подроста сосны обыкновенной недостаточно для успешно-

го естественного возобновления леса после чересполосной постепенной рубки 2011 г. Осложняет ситуацию намечающаяся смена пород. Лиственные второстепенные (береза, осина), сопутствующие (ива козья) и нежелательные (клен ясенелистный) древесные и кустарниковые породы активно разрастаются после рубки. При переводе на 1 га вырубki густота лиственных пород составляет 14114 шт./га.

Будущий состав лесного насаждения — 6Б4Ос+С. Причиной такого сильного развития древесно-кустарниковой растительности являются влажные лесорастительные условия, их лучшая приживаемость и быстрый рост в первые годы жизни в отличие от подростa хвойных пород. В сочетании с мощно развитым живым напочвенным покровом подрост лиственных пород составляет большую конкуренцию естественному и искусственному лесовозобновлению после рубки. Без надежного предварительного подростa или устойчивых лесных культур невозможно

обеспечить успешное лесовозобновление в этих условиях.

Выводы

1. Восстановление гари происходит неравномерно и зависит от исходных лесорастительных условий и типов леса до пожара. В местах близких к стене живого леса и ранее занятых типом леса СВБ возобновление идет интенсивнее. Более медленно на участках с типом леса ТРБ.

2. Густота подростa сосны после пожара 2006 г. в свежих лесорастительных условиях (A_2) достигает 14,9–16,9 тыс. шт./га. Во влажных лесорастительных условиях (A_3) на гари 2006 г. развит густой напочвенный покров и густота подростa меньше — 0...4,7 тыс. шт./га и на отдельных участках требуется создание лесных культур.

3. Возобновление леса после чересполосных постепенных рубок в травяном бору слабое. Густота подростa сосны в бороздах варьирует от 0,7 до 0,8 тыс. шт./га. Густота сохранившихся лесных культур сосны составляет 0,1–0,09 тыс. шт./га (отпад 90 %).

Список литературы

1. Крылов Г. В. Леса Западной Сибири. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 256 с.
2. Таран И. В. Сосновые леса Западной Сибири. — Новосибирск: Наука, 1973. — 292 с.
3. Ильичев Ю. Н., Бушков Н. Т., Тараканов В. В. Естественное лесовосстановление на гаях Среднеобских боров. — Новосибирск: Наука, 2003. — 196 с.
4. Парамонов Е. Г. Хвойные на юге Западной Сибири. — Барнаул: Изд-во АлтГУ, 2011. — 329 с.
5. Месоед И. Ю. Основные типы леса и естественное возобновление сосны в средней части зоны ленточных боров//Труды Лебяжинской ЗОНЛОС. — Свердловск-Москва: Гослестехиздат, 1934. — Вып. 1. — С. 50–72.
6. Грибанов Л. Н. Ленточные боры Алтайского края и Казахстана. — М., 1954. — 88 с.
7. Грибанов Л. Н. Степные боры Алтайского края и Казахстана. — М.-Л., 1960. — 156 с.
8. Смирнов В. Е. Полувековой опыт лесовосстановления в ленточных борах Казахстана и Алтая//Труды НИИ лесного хозяйства. — Т. 5, Вып. 3. — Алма-Ата: Кайнар, 1966. — 130 с.
9. Бугаев В. А., Косарев Н. Г. Лесное хозяйство ленточных боров Алтайского края. — Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1988. — 312 с.
10. Восстановление лесных экосистем после пожаров/А.Н. Куприянов [и др.]. — Кемерово: Изд-во КРЭО Ирбис, 2003. — 261 с.
11. Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. — М.: Наука, 1964. — 191 с.
12. Милютин Л. И., Новикова Т. Н., Тараканов В. В., Тихонова И. В. Сосна степных и лесостепных боров Сибири. — Новосибирск: Изд-во Гео, 2013. — 127 с.
13. Парамонов Е. Г. Ленточные боры Алтая — естественный каркас интенсивного природопользования//Лесное хозяйство. — 2015. — № 3. — С. 28–30.
14. Малиновских А. А., Маленко А. А. Процесс естественного возобновления сосны обыкновенной после выборочных рубок в спелых и перестойных насаждениях в ленточных борах Алтайского края//Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2018. — № 1. — С. 67–72.
15. Мартынюк А. А. Сидоренков В. М., Желдак В. И., Лямцев Н. И., Рябцев О. В., Жафаров А. В. Ленточные боры Алтайского края — состояние и совершенствование хозяйства в них//Лесохозяйственная информация. — 2019. — № 1. — С. 33–48.
16. О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 18.08.2014 г. № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации»: Утв. Приказом Минприроды России от 19.02.2019 г. № 105. www.consultant.ru.
17. Природное районирование Алтайского края. Труды особой комплексной экспедиции по землям нового сельскохозяйственного освоения. Под общей редакцией А. Н. Розанова и Н. И. Базилевича. — М.: Изд-во АН СССР, 1958. — 209 с.
18. Методы изучения лесных сообществ/Отв. ред. В. Т. Ярмишко, И. В. Лянгузова. — СПб, 2002. — 240 с.

19. Санников С. Н. Экология и география естественного возобновления сосны обыкновенной. — М.: Наука, 1992. — 264 с.

20. Малиновских А. А., Куприянов А. Н. Пирогенные сукцессии в равнинных сосновых лесах южной части Западной Сибири. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2015. — 208 с.

21. Малиновских А. А., Маленко А. А. Влияние живого напочвенного покрова на процесс естественного возобновления сосны обыкновенной после рубок в спелых и перестойных насаждениях в ленточных борах Алтайского края//Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2017. — № 12. — С. 58–64.

Информация об авторах

МАЛИНОВСКИХ Алексей Анатольевич — кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры лесного хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия. Область научных интересов — биоразнообразие лесных сообществ, пирогенные сукцессии, естественное возобновление, экология леса, запасы недревесных лесных ресурсов, автор 110 научных публикаций. E-mail: almaa1976@yandex.ru

МАЛЕНКО Александр Анатольевич — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесного хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул. Область научных интересов — формирование искусственных и естественных древостоев, рубки ухода и главные рубки, пироэкология, возобновление и искусственное лесовосстановление. Автор 135 научных публикаций E-mail: malenko51@mail.ru

REFORESTATION IN FELLING AND BURNING IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE BELT FORESTS OF WESTERN SIBERIA

A. A. Malinovskikh, A. A. Malenko

Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia

Annotation. Reforestation after logging and fires in the northeastern part of the belt forests of Western Siberia has been studied. In the types of forest fresh (Svb) and grass forest (Trb) on the cuttings after the interlaced gradual logging (CHPR) 8–10 years ago and on the burning of 2006, the natural and artificial renewal of the main breed was taken into account. It was found that after the fire, the density of pine undergrowth reaches 16.9 thousand units/ha in fresh forest, 4.7 thousand units/ha in grass forest. After logging, the density of pine undergrowth on the cut-down strips does not exceed 1 thousand pcs/ha due to severe oppression by the ground cover and hardwoods (6,8–14,1 thousand pcs/ha). The safety of pine forest crops in cuttings does not exceed 10–20 %.

Keywords: reforestation, Scots pine, ribbon forests, fumes, logging, type of forest.

УДК 630.5: 630.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ МЕСТА РУБКИ ДЕРЕВЬЕВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КОНТРОЛЬНЫХ ОСМОТРОВ ЛЕСОСЕК С УЧЕТОМ ДЕЙСТВУЮЩИХ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ ДОКУМЕНТОВ

Е. А. Мариничев, Т. В. Мариничева, Н. И. Абрамова, А. С. Леонтьев

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия

Резюме: при выполнении контрольных мероприятий на местах рубок лесных насаждений, проводимых с целью установления законности рубок в имеющихся границах, необходимо руководствоваться знаниями, полученными в период обучения по специальности «Лесное хозяйство», направлению «Лесное дело», и осуществлять постоянный мониторинг законодательства Российской Федерации.

Ключевые слова: рубка, лесосека, отвод, визир, привязка к квартальным просекам, осмотр лесосеки, схема лесосеки, лесонарушение

Введение. Нередко работники лесничеств и представители правоохранительных органов, осуществляющие осмотр лесосек после проведения рубок лесных насаждений, пропускают важный этап исследования — определение фактического положения места рубки и возможного

места лесонарушения. Основными причинами такого подхода со стороны сотрудников правоохранительных органов является банальное незнание специфических подходов к установлению границ лесных участков на территории лесного фонда. Сотрудники же министерств лесного хозяйства игнорируют эти работы зачастую по причине нежелания выполнять «лишние» работы, которые не указал организатор проверки. В итоге, это сводит на «нет» всю работу по сбору доказательств по обвинению лесонарушителей. Поэтому при организации осмотра места происшествия (предполагаемого места нарушения лесного законодательства) нужно внимательно ознакомиться с действующими нормативно-правовыми актами РФ в области лесного хозяйства [1–7].

Цель исследований — установление порядка применения положений действующих нормативно-правовых актов РФ при проведении осмотров мест рубок и составление перечня работ, необходимых для установления и описания точного местоположения на территории лесного фонда.

Объекты, условия и методы. Места рубок лесных насаждений подлежат обязательному осмотру для выявления их параметров, в том числе установления законности ее выполнения и определения объемов вырубленной древесины. Данные работы должны выполняться в строгом соответствии с действующим законодательством РФ. Однако единого документа, содержащего детальное поэтапное описание всех необходимых работ, в настоящее время не имеется, поэтому исполнителям приходится опираться на разрозненные положения действующих нормативных документов.

Результаты и обсуждение. Положение мест рубок лесных насаждений определяется с 1 января 2021 года с учетом требований Приказа Минприроды РФ от 01.12.2020 г. № 993 «Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации» [5]. В пункте 17 Приказа Минприроды РФ от 01.12.2020 г. № 993 указано, что в целях заготовки древесины проводится отвод лесосеки, а также таксация лесосеки, при которой определяются количественные и качественные характеристики лесных насаждений и объем древесины, подлежащей заготовке. При отводе лесосек устанавливаются и обозначаются на местности границы лесосек, отбираются и отмечаются деревья, предназначенные для рубки при проведении вы-

борочных рубок. В пункте 20 отмечено, что работы по установлению и обозначению на местности границ лесосек включают: а) прорубку визиров шириной не более 1 м, за исключением сторон, отграниченных видимыми квартальными просеками, граничными линиями, таксационными визирами, не покрытыми лесной растительностью землями и лесными культурами или обозначение границы лесосеки иным способом без рубки деревьев; б) установку столбов на углах лесосек, к которым произведена инструментальная привязка к квартальным просекам, таксационным визирам или другим постоянным ориентирам, а также фиксацию остальных углов лесосек; в) отграничение неэксплуатационных участков в пределах лесосек; г) промер линий, измерение углов между ними и углов наклона, а также инструментальную привязку к квартальным просекам, таксационным визирам или другим постоянным ориентирам.

В пункте 22 отмечено, что съемка границ и привязка лесосек производятся с помощью геодезических инструментов, обеспечивающих точность измерения линий с погрешностью не более ± 1 м на 300 м длины, измерения углов — с погрешностью не более ± 30 минут. Погрешность в определении эксплуатационной площади лесосеки не должна превышать ± 3 процентов. Для съемки и привязки лесосек допускается применение навигационных приборов, обеспечивающих указанную точность измерений.

Работы по отграничению лесосек описаны также в пункте 15 Приказа Федерального агентства лесного хозяйства РФ от 15.06.1993 г. № 155 «Об утверждении Наставления по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации» [6]. Отмечено, что работы по отграничению площадей лесосек включают: а) прорубку визиров, за исключением сторон, отграниченных ясными квартальными просеками, граничными линиями, таксационными визирами и не покрытыми лесом землями; б) постановку столбов на углах лесосек; в) отграничение неэксплуатационных участков в пределах лесосек; г) промер линий, измерение углов между ними и углов наклона, а также геодезическую привязку к квартальным просекам, таксационным визирам или другим постоянным ориентирам. В пункте 18 указано, что съемка границ и привязка лесосек производятся с помощью буссоли, гониометра или других геодезических инструментов, а промеры линий — мерной лентой или стальной рулеткой длиной 20 м и более.

В пункте 25 указано, что при отводе лесосек составляется полевой абрис, на котором указываются: расположение внутренних визиров и расстояние между ними; привязка лесосеки к квартальной или визирной сети, промеры граничных и внутренних визиров; румбы линий; выделенные внутри лесосеки неэксплуатационные площади с указанием промеров линий, а также румбов линий при геодезической съемке; границы таксационных участков (выделов); номера делянок, таксационных участков (выделов); расположение круговых пробных площадок и лент перечета; площадь каждого эксплуатационного и неэксплуатационного выдела в пределах каждой делянки; расположение семенных групп, куртин и полос, участков с подростом, молодняком и их площадь. На основании полевого абриса составляется чертеж лесосеки.

В разделе 8 представлены «Требования к точности и контроль качества работ по отводу и таксации лесосек». Отмечено, что контроль качества работ по отводу и таксации лесосек производится как в процессе их выполнения, так и после окончания. В результате контроля устанавливается качество натурных работ и технического оформления материалов отвода. К примеру, работа признается неудовлетворительной, если при отводе лесосек неправильно определены средние высоты и диаметры (с ошибкой 7 % и более), распределение деревьев на категории технической годности (с ошибкой в их числе 12 % и более), при ошибке в эксплуатационной площади делянки более чем на 3 %, при расхождении запасов выбираемой древесины более чем на 10 %; при неправильном отборе деревьев в рубку (неправильно назначенных и неправильно оставленных) более чем в 10 % случаев к общему числу подлежащих рубке деревьев.

Порядок осмотра лесосек, на которых проведены лесосечные работы, представлен в приказе Минприроды РФ от 17.01.2022 г. № 23 «Об утверждении видов лесосечных работ, порядка и последовательности их проведения, формы технологической карты лесосечных работ, формы акта осмотра лесосеки и порядка заключительного осмотра лесосеки» [4]. В описании порядка осмотра лесосек указано, что лицо, осуществляющее осмотр лесосек, должно использовать измерительные приборы и инструменты, обеспечивающие проведение измерений с необходимой точностью, таблицы и иные материалы для проведения расчетов.

Сведения о вырубках на арендуемых участках отражаются в Лесной декларации, где границы лесосек отображены на приложенной Схеме раз-

мещения лесосеки. На Схеме размещения лесосеки приводится копия части лесохозяйственного плана участка лесничества с обозначением и описанием граничных визиров и визиров привязки. Промеры этих визиров (длина визиров в метрах и румбы в градусах) приведены в таблице экспликации на этой же Схеме размещения лесосеки.

Приказом Минприроды РФ от 01.12.2020 г. № 993 «Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации» разрешено использовать для отводов лесосек навигационное оборудование. В этом случае на Схеме отвода лесосеки приводится таблица экспликации с указанием географических координат угловых точек по границе лесосеки.

Схемы (абрисы, чертежи) отвода лесосеки составляются до рубки при ее планировании. Они могут быть использованы для проверки соответствия фактического места рубки запланированным параметрам (границам и площади) с применением измерительных приборов и инструментов, обеспечивающие проведение измерений с необходимой точностью.

Следует иметь в виду, что описание границ мест учета пней, лесоматериалов по результатам промеров линий, а также румбов линий при геодезической съемке, либо географических координат угловых точек при использовании навигационных приборов, также нужно оформить при осуществлении осмотра места происхождения (места рубки) согласно указанных выше нормативным документов — в виде полевого абриса (чертежа лесосеки, схемы лесосеки), с приложением таблицы экспликации.

Заключение. Исполнитель работ по установлению характеристик места рубки лесного насаждения должен осуществлять постоянный мониторинг изменений законодательства РФ в области лесных отношений. Это даст возможность правильно спланировать и оформить все этапы работ от подготовительных до заключительных, подобрать необходимый инструментарий. Опираясь на нормативно-правовые акты, на этапе подготовительных работ необходимо продумать методику выполнения предстоящих работ, проработать бланки полевых ведомостей, подготовить необходимый инструментарий. На этапе основных полевых работ требуется вести детальные записи, строго придерживаться определенных законодательством методических подходов с целью недопущения невыполнения каких-либо видов изме-

рений. На заключительном этапе у исполнителя подписанные полевые ведомости, в том числе на руках должны быть полностью оформленные, с данными измерения границ места рубки.

Список литературы

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ. — [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/902017047> (дата обращения: 04.12.2022).
2. Постановление Правительства РФ от 29.12.2018 № 1730 «Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства». — [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/552051494> (дата обращения: 04.12.2022).
3. Приказ Госкомлеса СССР от 28.02.1989 № 38 «Об утверждении Общесоюзных нормативов для таксации лесов». — [Электронный ресурс] URL: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_15471.htm (дата обращения: 04.12.2022).
4. Приказ Минприроды РФ от 17.01.2022 г. № 23 «Об утверждении видов лесосечных работ, порядка и последовательности их проведения, формы технологической карты лесосечных работ, формы акта осмотра лесосеки и порядка заключительного осмотра лесосеки». — [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/728157141?marker=656010> (дата обращения: 04.12.2022).
5. Приказ Минприроды РФ от 01.12.2020 г. № 993 «Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации». — [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/573123735> (дата обращения: 04.12.2022).
6. Приказ Рослесхоза от 15.06.1993 г. № 155 «Об утверждении Наставления по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации». — [Электронный ресурс] URL: https://lawrussia.ru/bigtexts/law_3883/index.htm (дата обращения: 04.12.2022).
7. Приказ Рослесхоза от 06.05.2022 № 556 «Об утверждении Регламента организации и проведения мероприятий по государственной инвентаризации лесов центральным аппаратом Рослесхоза, территориальными органами Рослесхоза и подведомственными Рослесхозу организациями» — [Электронный ресурс] URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-rosleskhoza-ot-06052022-n-556-ob-utverzhenii-reglamenta/> (дата обращения: 04.12.2022).

Информация об авторах

МАРИНИЧЕВ Евгений Александрович — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесоводства и лесозащиты, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — рубки лесных насаждений, лесовосстановление, оценка санитарного состояния насаждений, оценка ущерба от лесонарушений. Автор 40 научных публикаций. E-mail: dobr2000@yandex.ru

МАРИНИЧЕВА Татьяна Владимировна — старший преподаватель кафедры лесоводства и лесозащиты, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — лесная селекция, продуктивность дикорастущих ягодников, физиология лесных растений, экология леса. Автор 16 научных публикаций. E-mail: marinicheva.t.v@yandex.ru

АБРАМОВА Наталья Ивановна — старший преподаватель кафедры лесоводства и лесозащиты, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — лесовосстановление, продуктивность дикорастущих ягодников, биология лесных зверей и птиц. Автор 10 научных публикаций E-mail: abramova-75list-ru@ya.ru

ЛЕОНТЕНКОВ Александр Сергеевич — аспирант, старший преподаватель кафедры лесоводства и лесозащиты, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — оценка санитарного состояния насаждений, лесная селекция. E-mail: leontenkov2011@yandex.ru

DETERMINATION OF THE BOUNDARIES OF THE PLACE OF FELLING TREES DURING CONTROL INSPECTIONS OF CUTTING AREAS, TAKING INTO ACCOUNT THE CURRENT REGULATORY DOCUMENTS

E. A. Marinichev, T. V. Marinicheva, N. I. Abramova, A. S. Leontenkov
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

Summary: when carrying out control measures at the sites of logging of forest plantations carried out in order to establish the legality of logging within the existing boundaries, it is necessary to be guided by the knowledge gained during the training period in the specialties «Forestry», direction «Forestry», and to constantly monitor the legislation of the Russian Federation.

Keywords: felling, cutting area, branch, sight, binding to quarterly clearings, inspection of the cutting area, cutting area scheme, forest damage

УСТАНОВЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ВЫРУБЛЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПО ПНЯМ ДЕРЕВЬЕВ, СРЕЗАННЫХ В ОБЛАСТИ РАСПОЛОЖЕНИЯ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ

Е. А. Мариничев, Т. В. Мариничева, Н. И. Абрамова, А. С. Леонтьев

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Резюме: при выполнении обследований мест рубок лесных насаждений нельзя измерять диаметр пня, ориентируясь только на место фактического реза. Измеряя диаметр пня, необходимо измерить диаметр ствола в нижней его части, а не диаметр корней. Измерение диаметра пня, срез которого выполнен ниже шейки корня, грубо искажает фактические значения диаметров спиленных деревьев в сторону завышения.

Ключевые слова: пень, диаметр пня, рубка, стандартный пень, объем срубленной древесины, лесонарушение

Введение. Объем заготовленной древесины при отсутствии срубленных деревьев на местах рубок устанавливается по результатам натурных измерений. После определения соответствия фактических границ лесосеки запланированным параметрам отвода, установления наличия или отсутствия завизирной рубки, осуществления привязки места рубки к квартальной сети, либо к другим постоянным ориентирам, проводится комплекс измерений по установлению объема вырубленной древесины на пройденной рубкой площади.

Целью исследований является установление методических подходов для расчета фактических объемов срубленной древесины с учетом характерных особенностей сбегов в нижней части ствола деревьев, произрастающих в непосредственной близости от места рубки лесных насаждений.

Объекты, условия и методы. Данное исследование выполнено на территории Республики

Мордовия. Подобран лесной участок во влажном липово-снытевом типе леса, часть которого пройдена сплошной рубкой (рис. 1).

На оставшейся части лесной участок представлен спелыми лиственными насаждениями с преобладанием мелколиственных пород. На месте рубки имеются пни деревьев, срезанные как над шейкой корня, так и ниже ее верхней границы (в области корневых систем). На месте сплошной рубки выполнены измерения пней спиленных деревьев, определена породная принадлежность.

Установлено состояние дерева к моменту рубки относительно категорий: сырораствующее, ветровал, свежий сухостой, старый сухостой. У деревьев измерены диаметры в двух взаимно перпендикулярных направлениях через каждые 5 см от поверхности почвы в области шейки корня, на высоте стандартного пня над шейкой корня и на высоте 1,3 м от шейки корня.



Рисунок 1 — Общий вид места исследования (сплошная вырубка)



Рисунок 2 — Общий вид пня, срезанного ниже шейки корня (слева), и пня, срезанного над шейкой корня (справа)

Результаты и обсуждение. Нормативного документа содержащего обобщенную методику выполнения измерений на лесосеке и порядка расчета объема срубленной древесины в настоящее время не имеется. Наиболее полное решение этой задачи было представлено в Приказе Госкомлеса СССР от 01.11.1983 г. № 130 «Об утверждении Указаний по освидетельствованию мест рубок, подсочки (осмолоподсочки) насаждений и заготовки второстепенных лесных материалов» [11]. Данный документ отменен Приказом Минприроды от 30.04.2020 г. № 264 «Об отмене ведомственных актов РСФСР и СССР, а также документов, изданных центральными органами государственного управления РСФСР и СССР» [12]. В настоящее время для установления объемов вырубленной древесины приходится привлекать отдельные положения действующих нормативных документов [1,4–10]. Измерения пней деревьев на месте рубки зафиксированы в «Ведомости перечета пней срубленных деревьев». При обследовании пней установлена породная принадлежность, качественное состояние дерева перед рубкой, место положение среза относительно шейки корня, произведены замеры диаметров пня в двух взаимно перпендикулярных направлениях, сделана отметка на пне и запись в ведомости перечета пней. При наличии на лесосеке стандартных пней срубленных деревьев для установления диаметра ствола на высоте 1,3 м от шейки корня, можно напрямую использовать таблицу 22 «Диаметры стволов на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра пня», рекомендованную приказом Госкомлеса СССР от 28 февраля 1989 № 38 «Об утверждении Общесоюзных нормативов для таксации лесов». Данная таблица содержит выявленные по отдельным древесным

породам зависимости значений диаметра ствола на высоте 1,3 м от диаметра пня, измеренного на стандартной высоте [5].

В случае, если пень срезан ниже корневой шейки, невозможно выполнить непосредственное определение диаметра ствола на высоте 1,3 м от корневой шейки по рекомендованной приказом Госкомлеса СССР от 28 февраля 1989 № 38, таблице 22 «Диаметры стволов на высоте 1,3 м в зависимости от диаметра пня», по измеренному значению диаметра пня. Следует понимать, что, измеряя диаметр пня, необходимо измерить диаметр ствола в нижней его части, а не диаметр корней. Изменение диаметра такого пня при обследовании мест рубок, по месту фактического реза не позволит определить фактический запас срубленной стволовой древесины [2]. Такой подход применим только для измерения запаса пневого детрита. Возникает необходимость у пней, срезанных ниже корневой шейки, рассчитывать диаметр на высоте стандартного пня на основе математического моделирования. Для этого необходимо измерить и оценить профиль дерева в его нижней части (рис. 2).

При обследовании лесосеки выявлено наличие пней сырораствующих деревьев, у которых ствол отделен над шейкой корня, в количестве 815 шт. У 504 шт. сырораствующих деревьев ствол отделен от корней в области корневой шейки. Доля таких «нестандартных» пней составила 38 % от их общего количества (табл. 1).

Распределение количества срубленных деревьев по ступеням толщины без учета положения места среза ствола (табл. 2) дает искаженные от фактических (завышенные) значения средних диаметров, что в свою очередь влияет на правильность установления разрядов высот [9]. Для выявления характерных исследуемым

Таблица 1

Сведения о количестве учтенных пней срубленных деревьев на месте обследования сплошной рубки

Порода	Количество учтенных пней деревьев, срубленных в сырораствующем состоянии		
	в том числе:		Всего
	имеющие срез выше шейки корня	имеющие срез ниже верхней границы шейки корня	
Береза	489	251	740
Осина	157	235	392
Дуб	18	5	23
Липа	151	13	164
Итого	815	504	1319
%	62	38	100

Таблица 2

Расчет таксационных показателей на основе распределения срубленных деревьев по ступеням толщины

Таксационные показатели	Значения показателей по породам			
	Береза	Осина	Дуб	Липа
без различия положения места среза ствола дерева				
Средний диаметр, см	20,5	24,8	18,3	12,5
Разряд высот	I	II	IV	IV
с учетом положения места среза ствола дерева и выполненного моделирования				
Средний диаметр, см	19,0	23,0	16,9	12,0
Разряд высот	I	II	III	IV

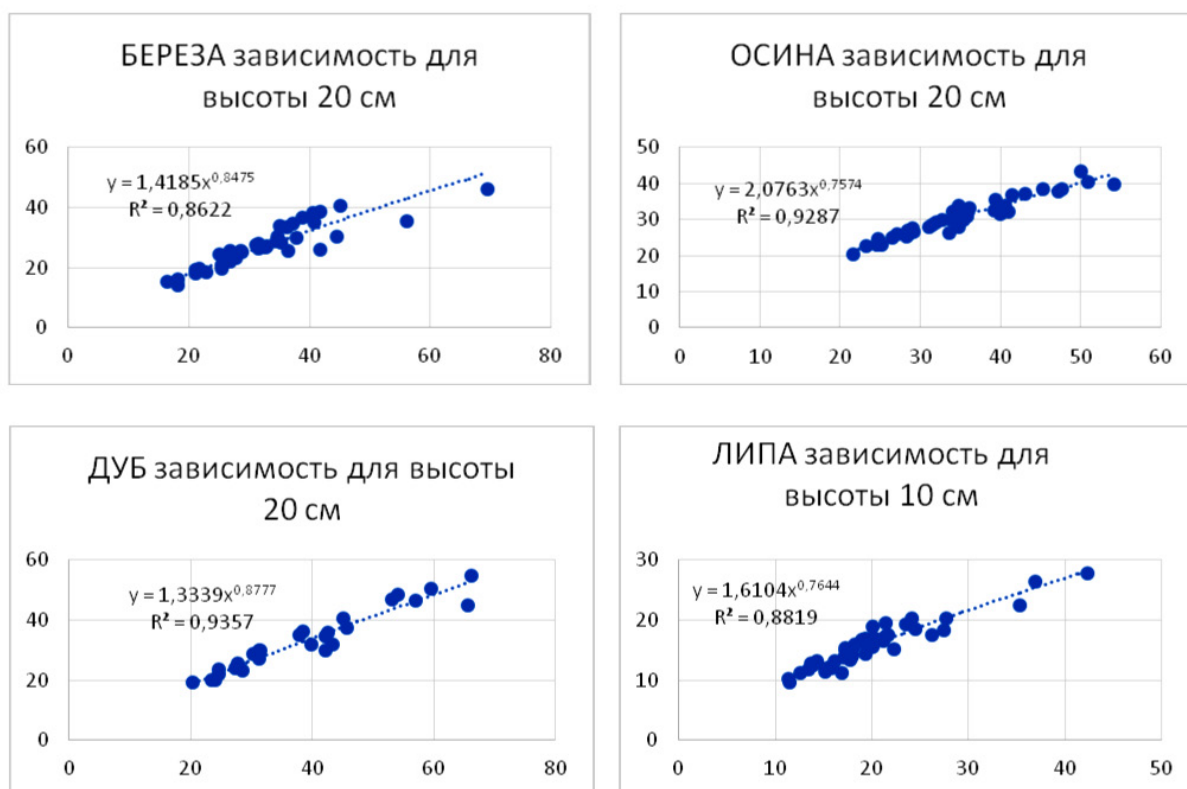


Рисунок 3 — Пример описания взаимосвязей между диаметром дерева на определенной высоте от почвы и диаметром на высоте стандартного пня

насаждениям закономерностей формирования диаметров стволов, произведен обмер растущих деревьев.

У деревьев измерены: диаметр ствола на высоте 1,3 м от корневой шейки, высота стандарт-

ного пня, диаметр на высоте стандартного пня, диаметр нестандартных пней на установленных уровнях от почвы (рис. 3). Для моделирования лесотаксационных закономерностей при определении диаметров пней на стандартной высо-

Расчет объемов вырубленной древесины

Порода	Объем древесины (по пням, измеренным по срезу)		Объем древесины (по стандартным пням)	
	общий	ликвидный	общий	ликвидный
Береза	253,73	220,96	208,97	182,79
	+21,42 %	+20,88 %		
Осина	203,27	180,31	175,40	155,95
	+15,89 %	+15,62 %		
Дуб	5,25	4,48	4,78	3,96
	+9,83 %	+13,13 %		
Липа	14,066	10,536	12,552	9,314
	+12,06 %	+13,12 %		
Итого	476,316	416,286	401,702	352,014
	+18,57 %	+18,26 %		

те используются математические функции роста. Вычисленные, смоделированные значения диаметров пней срубленных деревьев на стандартной высоте позволяют произвести дальнейшие действия по определению диаметров стволов на высоте 1,3 м от корневой шейки, средних диаметров, разрядов высот и вычислению объема древесины срубленных деревьев (табл. 3).

Общие и ликвидные запасы древесины определены по действующим в субъекте сортиментным и товарным таблицам [6]. Наблюдается наличие завышения рассчитываемых значений запасов древесины при использовании диаметров пней, измеренных по срезу без учета его положения относительно шейки корня. Завышение наблюдается по всем породам, произрастающим на лесном участке, и по общим, и по ликвидным запасам. При этом, даже минимальные значения ликвидного запаса (у липы и дуба) превышают 13 %. Суммарное превышение ликвидного запаса по сырорастущей части вырубленных лиственных деревьев насаждения составило 18,26 %. В этой связи имеется опасность ошибочного установления факта лесонарушения при контрольно-измерительных мероприятиях по признакам превышения запаса

в случае измерения пней по срезу без учета его положения относительно корневой шейки.

Запас древесины, вырубленный сверх разрешенных объемов, считается незаконно заготовленным. Согласно положений п. 16 Постановления Пленума Верховного суда РФ № 21 от 18.10.2012 г. «О применении судами законодательства за нарушения в области охраны окружающей среды и природопользования», незаконной является рубка лесных насаждений, осуществленная без оформления необходимых документов, либо в объеме, превышающем разрешенный, либо с нарушением породного или возрастного состава, либо за пределами лесосеки [3].

Выводы. При выполнении измерения диаметра пня необходимо особо тщательно определять место шейки корня и производить замер в нужном месте. Без учета высоты расположения среза пня дерева относительно шейки корня, измерение диаметра по верхней кромке среза приводит к серьезным ошибкам в расчете объемов срубленной древесины. Измерение диаметров пней, срезанных ниже высоты стандартного пня, в области шейки корня и корней, обязательно приводит к завышению рассчитываемых запасов.

Список литературы

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 г. № 200-ФЗ. — [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/902017047> [дата обращения: 04.12.2022].
2. Мариничев Е. А., Мариничева Т. В., Абрамова Н. И. Особенности подходов к определению объемов древесины по пням срубленных деревьев в различных лесорастительных условиях // Социально-экономические аспекты развития сельских территорий: Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической интернет-конференции, посвященной 60-летию экономического факультета. — Нижний Новгород, ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2021. — С. 457–460.
3. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 18.10.2012 № 21 «О применении судами законодательства об ответственности за нарушения в области охраны окружающей среды и природопользования». — [Электронный ресурс] URL: <https://sudrf.cntd.ru/document/902376851> [дата обращения: 04.12.2022].

4. Постановление Правительства РФ от 29.12.2018 № 1730 «Об утверждении особенностей возмещения вреда, причиненного лесам и находящимся в них природным объектам вследствие нарушения лесного законодательства». — [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/552051494> (дата обращения: 04.12.2022).
5. Приказ Госкомлеса СССР от 28.02.1989 № 38 «Об утверждении Общесоюзных нормативов для таксации лесов». — [Электронный ресурс] URL: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_15471.htm (дата обращения: 04.12.2022).
6. Приказ Гослесхоза СССР от 23 декабря 1986 г. № 258. «Об утверждении Сортиментных и товарных таблиц для лесов центральных и южных районов Европейской части РСФСР». — [Электронный ресурс] URL: <https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=ESU&n=44626#9Q5o4PTcLqSlg6Lo> (дата обращения: 04.12.2022).
7. Приказ Минприроды РФ от 17.01.2022 г. № 23 «Об утверждении видов лесосечных работ, порядка и последовательности их проведения, формы технологической карты лесосечных работ, формы акта осмотра лесосеки и порядка заключительного осмотра лесосеки». — [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/728157141?marker=656010> (дата обращения: 04.12.2022).
8. Приказ Минприроды РФ от 01.12.2020 г. № 993 «Об утверждении Правил заготовки древесины и особенностей заготовки древесины в лесничествах, указанных в статье 23 Лесного кодекса Российской Федерации». — [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/573123735> (дата обращения: 04.12.2022).
9. Приказ Рослесхоза от 15.06.1993 г. № 155 «Об утверждении Наставления по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации». — [Электронный ресурс] URL: https://lawrussia.ru/bigtexts/law_3883/index.htm (дата обращения: 04.12.2022).
10. Приказ Рослесхоза от 06.05.2022 № 556 «Об утверждении Регламента организации и проведения мероприятий по государственной инвентаризации лесов центральным аппаратом Рослесхоза, территориальными органами Рослесхоза и подведомственными Рослесхозу организациями» — [Электронный ресурс] URL: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-rosleskhoza-ot-06052022-n-556-ob-utverzhenii-reglamenta/> (дата обращения: 04.12.2022).
11. Приказ Госкомлеса СССР от 01.11.1983 г. № 130 «Об утверждении Указаний по освидетельствованию мест рубок, подсоски (осмолоподсоски) насаждений и заготовки второстепенных лесных материалов». — [Электронный ресурс] URL: <https://base.garant.ru/71245090/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 04.12.2022).
12. Приказ Минприроды от 30.04.2020 г. № 264 «Об отмене ведомственных актов РСФСР и СССР, а также документов, изданных центральными органами государственного управления РСФСР и СССР». — [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/564945858> (дата обращения: 04.12.2022).

Информация об авторах

МАРИНИЧЕВ Евгений Александрович — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесоводства и лесозащиты, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — рубки лесных насаждений, лесовосстановление, оценка санитарного состояния насаждений, оценка ущерба от лесонарушений. Автор 40 научных публикаций. E-mail: dobr2000@yandex.ru

МАРИНИЧЕВА Татьяна Владимировна — старший преподаватель кафедры лесоводства и лесозащиты, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — лесная селекция, продуктивность дикорастущих ягодников, физиология лесных растений, экология леса. Автор 16 научных публикаций. E-mail: marinicheva.t.v@yandex.ru

АБРАМОВА Наталья Ивановна — старший преподаватель кафедры лесоводства и лесозащиты, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — лесовосстановление, продуктивность дикорастущих ягодников, биология лесных зверей и птиц. Автор 10 научных публикаций. E-mail: abramova-75list-ru@ya.ru

ЛЕОНТЕНКОВ Александр Сергеевич — аспирант, старший преподаватель кафедры лесоводства и лесозащиты Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — оценка санитарного состояния насаждений, лесная селекция. E-mail: leontenkov2011@yandex.ru

DETERMINATION OF THE VOLUME OF FELLED WOOD ON THE STUMPS OF TREES CUT IN THE AREA OF THE LOCATION OF ROOT SYSTEMS

E. A. Marinichev, T. V. Marinicheva, N. I. Abramova, A. S. Leontenkov
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

Summary: when performing surveys of felling sites of forest plantations, it is impossible to measure the diameter of the stump, focusing only on the place of the actual cut. When measuring the diameter of the stump, it is necessary to measure the diameter of the trunk at the bottom of it, and not the diameter of the roots. Measuring the diameter of a stump, the cut of which is made below the neck of the root, grossly distorts the actual values of the diameters of the cut trees towards overestimation.

Keywords: stump, stump diameter, felling, standard stump, volume of cut wood, deforestation

ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОГО РОСТА ЛИСТВЕННИЦЫ В ПРИТУНДРОВЫХ ЛЕСАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. А. Неверов

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики
им. академика Н. П. Лавёрова Уральского отделения РАН, Архангельск, Россия

Резюме. На севере Европейской части России древостои с высокой долей лиственницы выполняют природоохранную функцию, и способствует повышению продуктивности лесов. Цель данного исследования — выявить особенности динамики радиального прироста в лиственницы, произрастающей в притундровой тайге Архангельской области. Изучались естественные перестойные древостои с участием лиственницы. Всего заложено 7 пробных площадей, из них 6 в притундровых лесах и одна в подзоне средней тайги. На каждой пробной площади отобрано по 30 кернов древесины лиственницы. Среднее ширина годичного кольца варьирует в пределах 0,6–0,9 мм, причем в притундровой тайге радиальный рост лиственницы не уступает деревьям из средней тайги. Данные выводы подтверждаются статистически. По динамике радиального роста наблюдается плавное снижение роста 0,7–1,7 мм в 10 лет до 0,2–0,6 мм в 230 лет. Столь низкие различия по скорости радиального роста между притундровой и средней тайгой заключаются, неглубоком залегании карстующихся кальценосных пород, которые снижая pH, повышают почвенное плодородие, длительный период белых ночей и высокая фотосинтетическая продуктивность хвои лиственницы.

Ключевые слова: лиственница, ширина годичного слоя, притундровые леса, Архангельская область.

Введение. Притундровые леса обладают наибольшей фитомассой среди прочих подзон тайги региона, являются неотъемлемой частью в жизненных циклах экосистем и формируют условия обитания многим живым организмам. Притундровые леса выступают в роли основы биогеоценозов на разных уровнях. Их сохранение весьма важно для поддержания уникального биоразнообразия и сложных биологических круговоротов. [1]. В Архангельской области расположено 32 % от всех притундровых лесов Европейской части России. В породном составе преобладают ельники (более 70 %), березняки занимают занято 16 %, сосняками — 11 %, лиственничниками около 2 % покрытой лесом площади. К перестойным насаждениям относится 90 % древостоев. Средний класс бонитета Va-V6. Основным лимитирующим фактором продуктивности древостоев являются недостаток солнечной энергии и бедность почв. Однако на локальном уровне за счет микроклиматических условий, обусловленных микро-рельефом, во многих типах ландшафта возможно ослабление этих факторов. Низкая продуктивность притундровых лесов компенсируется их повышенной устойчивостью к неблагоприятным климато-эдафическим факторам. Однако данные лесные экосистемы остаются весьма уязвимыми при любой антропогенной нагрузке [2].

На Севере Европейской части России древостои с участием лиственницы имеют высокую природоохранную ценность. Лиственница способствует повышению продуктивности древосто-

ев, однако ее доля неуклонно падает, не только в Архангельской области, но также в некоторых районах Восточной районов Сибири [3]. За последние 300 лет доля лиственницы в лесах региона сократилась, что связано с интенсивными рубками, в первую очередь на нужды кораблестроения. Так, в последнее время снижение составило с 5 % в 1960 году до 0,24 % в 2008 году от лесопокрытой площади [4]. В определенной мере это обусловлено и значительным снижением количества пожаров, которые, уничтожая лесную подстилку, способствуют прорастанию семян и более успешному возобновлению. На данный момент на территории Пинежского, Мезенского и Лешуконского районов сконцентрировано 95 % всех лиственничников региона [4]. Высокопродуктивные древостои с преобладанием или высокой долей лиственницы в составе (III класс бонитета) тяготеют к близкому залеганию или выходу на дневную поверхность известняков, гипсов и доломитов, на которых формируются плодородные, хорошо дренированные почвы [5].

Цель исследования — выявить особенности динамики радиального прироста лиственницы, произрастающих в подзоне притундровых лесов Архангельской области.

Объекты, условия и методы. Исследования проводились естественных перестойных древостоев (более 200 лет) с преобладанием лиственницы на севере Архангельской области: в Мезенском и Пинежском районах в подзоне притундровых лесов. Здесь заложено 6 временных пробных пло-

Характеристика исследуемых древостоев

№ пп	Состав древостоя	Группа возраста	Среднее		Полнота древостоя	Бонитет
			Диаметр, см	Высота, м		
1	6ЕЗЛ1Б	перестойные	55	21	0,6	IV
2	6ЕЗЛ1Б	перестойные	45	23,5	0,7	III
3	6ЕЗЛ1Б	перестойные	44	21	0,7	IV
4	6ЕЗЛ1Б	перестойные	48	23	0,6	III
5	5С4Л1Б	перестойные	45	24	0,6	IV
6	6ЕЗЛ1Б	перестойные	43	23	0,6	III
7	5ЛЗЕ2С	перестойные	40	25	0,6	III

щадей (пп). И одна пп (7) заложена в Плесецком районе (подзона средней тайги) как фоновая. На пробных площадях выполнены комплекс лесоводственно-таксационных мероприятий и отобраны по 30 кернов древесины на высоте груди (1,3 м) возрастным буравом Huglof (Швеция) на каждой пробной площади. Таксационная характеристика исследуемых древостоев представлена в таблице 1. Климат региона умеренный. В зоне притундровых лесов среднегодовая температура составляет 0 °С, средняя температура июля 14,6 °С.

Период с температурами выше 10 °С длится 75–85 дней, годовое количество осадков в среднем составляет 649 мм [6]. В подзоне средней тайги более благоприятные климатические условия: среднегодовая температура 1,1 °С, средняя температура июля 17,3 °С, период с температурами выше 10 °С длится 88–108 дней, годовое количество осадков в среднем составляет 576 мм. Следует отметить, что притундровые леса района исследования расположены у полярного круга, что обуславливает высокое естественное освещение ночью в период белых ночей (13 мая — 30 июля). Измерения ширины годичного слоя древесины (ШГС) проводили с помощью прибора Lintab 6 и программного обеспечения TSAP-Win (версия 4.80) с точностью 0,01 мм. При построении графиков динамики радиального роста использовались средние значения за десятилетие. Статистическая обработка полученных данных (корреляция Пирсона) проводилась при помощи программного обеспечения Python версии 2.7.12, 2016, пакет SciPy версии 0.18.1, 2016.

Результаты и обсуждение. Средняя ШГС в притундровых лиственничниках варьирует в пределах 0,68–0,92 мм, и пп 4 фактически не отличается от фонового (табл. 2). Средние значения ШГС по ГСССД 69–84 для севера Европейской части России составляют 0,95 мм (спелые древостои III

бонитета) [7]. Исследования зарубежных коллег также в притундровых лесах Архангельской области установили среднее значение ШГС 1,00 мм в лиственничниках 150-го возраста [8].

Таблица 2

Характеристика древесины лиственницы на пробных площадях

№ пп	Ширина годичного слоя, мм
1	0,74±0,03
2	0,68±0,02
3	0,78±0,05
4	0,92±0,11
5	0,77±0,03
6	0,70±0,07
7	0,93±0,03

Ширина годичного слоя лиственницы в исследуемых древостоях за первое десятилетие колеблется в пределах 0,60–1,8 мм. Столь значительные различия связаны, в первую очередь, с происхождением древостоев. Насаждения, сформировавшиеся на гарях или вырубках, будут иметь большие значения радиального роста, чем насаждения, пройденные проходными или подневольными рубками (рис. 1). В целом для всех насаждений характерен спад радиального роста после 140–150 лет. В возрасте более 200 лет радиальный рост лиственницы колеблется в пределах 0,2–0,7 мм (рис. 1). ШГС у лиственничников северной тайги в средней Сибири колеблется в пределах 0,77–1,9 в зависимости от лесорастительных условий [9], в условиях Центральной Азии (Хангай) в возрасте 250–300 лет — от 0,54 до 0,85 мм [10], на северной границе леса (полуостров Таймыр) в возрасте 60 лет — 0,9 мм [11].

Вышеперечисленные факты говорят о том, что исследуемые древостои достаточно продуктивны. При выявлении различий динамики радиального роста отмечены следующие закономерности. Исследуемые древостои имеют достоверные раз-

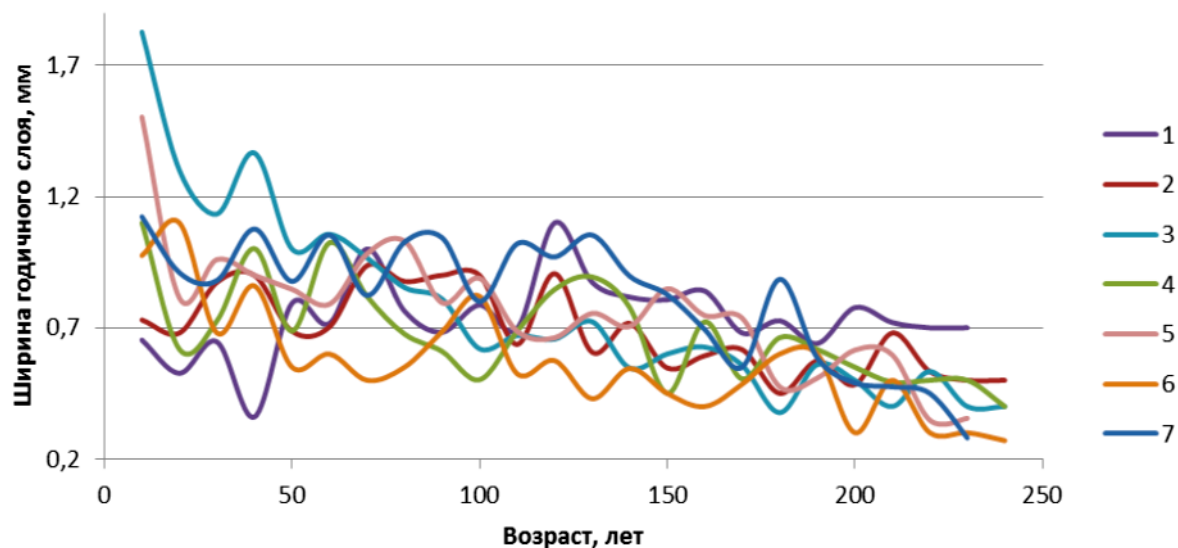


Рисунок 1 — Динамика радиального роста лиственницы

личия по динамике радиального роста, причем наибольшие различия выявлены между притундровыми лиственничниками (у пп 6 — различия с 4 пп). Фоновая пп 7 имеет достоверные различия с 3 пп (табл. 3). Полученные данные говорят о том, что некоторые притундровые лиственничники не уступают в динамике роста древостоям из подзоны средней тайги.

Таблица 3

Достоверность различий динамики радиального роста исследуемых древостоев по критерию Стьюдента

пп	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1,6	0,9	1,5	0,7	5,5	1,6
2		0	2,3	0,1	2,2	3,5	2,6
3			0	2	0,7	2,8	0,9
4				0	2	2,9	2,7
5					0	0,7	1,1
6						0	5
7							0

Примечание: $t_{st} 2,1$, достоверные различия выделены черным

Лиственница светолюбива и ее фотосинтетическая продуктивность почти в 2 раза выше, чем у ели. Однако, это утверждение считается верным при оптимальном увлажнении и плодородии почвы [12]. Низкая влажность воздуха является лимитирующим фактором скорости фотосинтеза [13]. Но в условиях Севера (подзона северной тайги, Республика Коми) при избыточном почвенном увлажнении, дефицит атмосферной влаги не снижает скорость фотосинтеза, и зависит от количества ясных и теплых дней [14]. В условиях типичной северной тайги край-

не неблагоприятные эдафические условия. Низкие температуры воздуха и избыточные осадки способствуют медленному разложению растительных остатков и быстрому вымыванию в нижележащие горизонты. В результате чего в верхние горизонты почвы накапливают слабо-разложившиеся растительные остатки, и насыщаются агрессивными растворимыми фульво- и гуминовыми кислотами. Подвижные формы Ca, Mg, K и Na, поступающие в почву в результате разложения растительных остатков, легко вымываются в ниже лежащие горизонты. Их не хватает для нейтрализации органических кислот, что приводит к закислению почвы (рН около 4) и снижению ее плодородия и продуктивности древостоев [15].

Заключение. Высокая динамика радиального роста у лиственницы в подзоне притундровых лесов Архангельской области обусловлена тремя факторами: во-первых — наличием карстующихся пород, которые повышают почвенное плодородие и хорошо дренированы; во-вторых — длительным периодом белых ночей, обуславливающим высокую инсоляцию; в-третьих — высокой фотосинтетической продуктивностью хвои лиственницы. Эти факторы позволяют лиственнице на северной границе лесной зоны формировать высокопродуктивные древостои III и даже II бонитета. Исследования проведены в рамках государственного задания № 122011300380–5 Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики им. Н. П. Лаврова Уральского отделения Российской академии наук.

Список литературы

1. Цветков В. Ф., Бровина А. Н. Проблемы ведения лесного хозяйства в Европейской части Российской Субарктики//Лесоведение. — 2017. — № 4. С. 284–292. DOI 10.7868/S0024114817040040
2. Цветков В. Ф. Камо грядеши? Некоторые вопросы лесоведения и лесоводства на Европейском Севере. — Архангельск: АГТУ, 2000. — 256 с.
3. Рунова Е. М., Серков Д. В., Гарус И. А. Некоторые особенности роста и развития смешанных сосново-лиственничных насаждений Иркутской области//Успехи современного естествознания. — 2018. — № 2. — С. 49–54.
4. Торхов С. В., Трубин Д. В. Лиственница в лесах Архангельской области: состояние, динамика, использование//Лиственничные леса Архангельской области, их использование и воспроизводство. Материалы регионального рабочего совещания: г. Архангельск, 1–3 июля 1998 г. — Архангельск: Изд-во АГТУ, 2002. — С. 5–22.
5. Горячкин С. В., Глазов П. М., Кривопапов А. В., Мерзлый В. Н., Пучнина Л. В., Титова А. А., Туюкина Т. Ю. Роль литолого-геоморфологических факторов в продуктивности экосистем северной тайги Архангельской области//Известия Российской академии наук. Серия географическая. — 2010. — № 6. — С. 96–99.
6. Семенов Б. А., Торхов С. В., Цветков В. Ф. Притундровая зона лесов Архангельской области: методические указания. — Архангельск: Пресс-принт, 2003. — 60 с.
7. ГСССД 69–84. Древесина. Показатели физико-механических свойств малых чистых образцов. М.: Изд-во стандартов, 1985. — 32 с.
8. Karlman L., Morling T., Martinsson O. Wood density, annual ring width and latewood content in larch and scots pine//Eurasian J. For. Res. — 2005. — Vol. 8, № 2. — P. 91–96.
9. Табакова М. А., Кирдянов А. В., Брюханова М. В., Прокушкин А. С. Зависимость радиального прироста лиственницы Гмелина на севере Средней Сибири от локальных условий произрастания//Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. — 2011. — Т. 4, № 4. — С. 314–324.
10. Слемнев Н. Н., Шереметьев С. Н., Гамалей Ю. В., Степанова А. В., Чеботарева К. Е., Цогт З., Цоож Ш., Ярмишко В. Т. Изменчивость радиальных приростов деревьев и кустарников Монголии в связи с динамикой климата//Ботанический журнал. — 2012. — Т. 97, № 7. — С. 852–871.
11. Фахрутдинова В. В., Бенькова В. Е., Шашкин А. В. Изменчивость структуры годичных колец у лиственницы Гмелина на Северной границе леса (полуостров Таймыр)//Сибирский лесной журнал. — 2017. — № 2. — С. 62–69. DOI 10.15372/SJFS20170207
12. Загирова С. В. Современные представления о структуре и функционировании фотосинтетического аппарата у хвойных растений на Севере//Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. — 2009. — № 6. — С. 2–5.
13. Загирова С. В. Структура, содержание пигментов и фотосинтез хвои лиственницы сибирской на Северном и Приполярном Урале//Лесоведение. — 2014. — № 3. — С. 3–10.
14. Загирова С. В. Структура хвои и фотосинтез лиственницы на Крайнем Севере//Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. — 2007. — № 5 (115). — С. 7–9.
15. Перельман А. И., Касимов Н. С. Геохимия Ландшафта. — М.: МГУ, 1999. — 610 с.

Информация об авторах

НЕВЕРОВ Николай Александрович — кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. академика Н. П. Лавёрова Уральского отделения РАН, Архангельск, Россия. Область научных интересов — Закономерности роста и развития древесных пород в притундровых лесах Архангельской области, автор 32 научных публикаций. E-mail: na-neverov@yandex.ru

FEATURES OF RADIAL GROWTH OF LARCH IN THE TUNDRA FORESTS OF THE ARKHANGELSK REGION

N. A. Neverov

Academician N. P. Laverov Federal Research Center for the Integrated Study of the Arctic of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia

Resume. In the north of the European part of Russia, stands with a high proportion of larch perform a conservation function, and contributes to increasing forest productivity. The purpose of this study is to identify the features of the dynamics of radial growth in larch growing in the pritundrov taiga of the Arkhangelsk region. Natural overgrown stands with the participation of larch were studied. In total, 7 trial areas were laid, 6 of them in the tundra forests and one from the subzone of the middle taiga. 30 cores of larch wood were selected on each sample area. The average width of the annual ring varies within 0.6–0.9 mm, and in the tundra taiga, the radial growth of larch is not inferior to trees from the middle taiga. These conclusions are confirmed statistically. According to the dynamics of radial growth, there is a gradual decrease in the growth of 0.7–1.7 mm in 10 years to 0.2–0.6 mm in 230 years. Such low differences in the rate of radial growth between the tundra and middle taiga are the shallow occurrence of karst calcified rocks, which, by lowering the pH, increase soil fertility, a long period of white nights and high photosynthetic productivity of larch needles.

Keywords: larch, annual layer width, tundra forests, Arkhangelsk region.

ВЛИЯНИЕ ПОЛОС ИВЫ ОСТРОЛИСТНОЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ СОСНОВОГО ДРЕВОСТОЯ В СУХОЙ СТЕПИ

М. А. Савин, А. А. Маленко, А. С. Чичкарев, А. В. Романико, Е. А. Леонов
Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

Аннотация: Проведен анализ влияния защитных лесных полос из ивы остролистной на формирование соснового древостоя в сухой степи Алтайского края. В 76-летних культурах на возвышенности средний диаметр стволов сосны, произрастающих на границе с ивой остролистной, составил 17,2 см, на границе с целиной — 15,9 см, деревья в центре сосновых полос имеют средний диаметр 14,1 см. В пологом понижении 15,7 см, 16,5 см, 15,3 см соответственно. Сохранность в рядах под защитой ивы выше, чем в крайних рядах. На возвышенности сохранность составила 25,3 % и 15,8 % соответственно, в понижении 32,1 % и 24,9 %.

Ключевые слова: сосна обыкновенная; ива остролистная; класс роста; диаметр; рельеф; тип лесорастительных условий; ленточные боры; Алтайский край.

Введение. Рельеф южной части Алтайского края представлен пологими и высокими песчаными всхолмлениями, что создает, в сочетании с повышенной солнечной инсоляцией и сухими ветрами, сложности лесовозобновления открытых пространств. Внимание этой проблеме уделял Г. Ф. Морозов: «При необходимости культивировать сухие бугры даже в местностях, не отличающихся особенной засушливостью климата, например, в северной части Нижегородской и Владимирской губерний, с засухой, однако, считаться приходится» [4]. Одним из способов борьбы с засухой в таких местах стало предварительное разведение шелюги — ивы остролистной (*Salix acutifolia* Willd.). Как отмечает Г. Ф. Морозов [4]: «Если развести шелюгу рядами, наперерез господствующим ветрам, то сносящийся зимой с высоких бугров снег будет задержан в междурядьях шелюговой плантации и обводнит весной находящуюся под ним почву; таким образом, почва сухого бугра будет отличаться значительно большей влажностью, чем на бугре, лишенном шелюговой плантации. Если затем весной в междурядьях шелюги развести сосну посадкой, то культура последней должна быть более успешной, так как, во-первых, произведена на влажной почве, во-вторых, водные запасы почвы, та же шелюговая плантация будет защищать от излишнего испарения и, в-третьих, та же шелюга понизит испарение культурных сосенок. К этому можно прибавить, что шелюга, отправляя свою защитную обязанность, сама будет пользоваться накопленной зимней влагой, во-первых, в очень скромных размерах, во-вторых, и самое главное, из таких поверхностных горизонтов почвы, которыми почти или совсем не будут пользоваться 2-летние сосновые сеянцы с длинной корневой системой». Такой способ посадки сосны

на песках под защитой шелюги, вводимой черенками за год до посадки, разработал преподаватель Харьковского земледельческого училища А. А. Колесов [1,2]. В Алтайском крае основоположником создания лесных культур сосны на песчаных почвах под защитой шелюги красной стал научный сотрудник Лебяжинской зональной лесной опытной станции (ЗонЛОС) В. Е. Смирнов [8]. Он заложил ряд опытно-производственных культур и разработал различные схемы создания сосновых насаждений, выявив наиболее подходящие для условий сухих боров Алтайского края. Некоторые из предложенных им схем создания лесных культур представляют особый интерес, так как сочетают в себе различные подходы к повышению устойчивости сосны [6].

Цель исследований — выявить закономерности формирования древостоев сосны под воздействием полос ивы и открытых участков в сухой степи.

В соответствии с выбранной целью были приняты задачи исследования:

1. Дать общую лесоводственно-таксационную оценку культурам сосны с учетом орографии.
2. Оценить степень влияния полос ивы и открытых участков на толщину стволов сосны.

Объекты, условия и методы. Объектами исследования являлись участки лесных культур сосны обыкновенной, созданных в качестве опытно-производственных посадок в 1940 году в Ракитовском лесничестве Алтайского края по приведенной схеме (рис. 1).

Культуры создавались на открытом безлесном участке, на месте крупноплощадной гари 1901 года. Для защиты сеянцев сосны от выдувания за 2 года до их посадки создавались шелюговые кулисы шириной 8 м, через 45 м перпендикулярно господствующим ветрам.

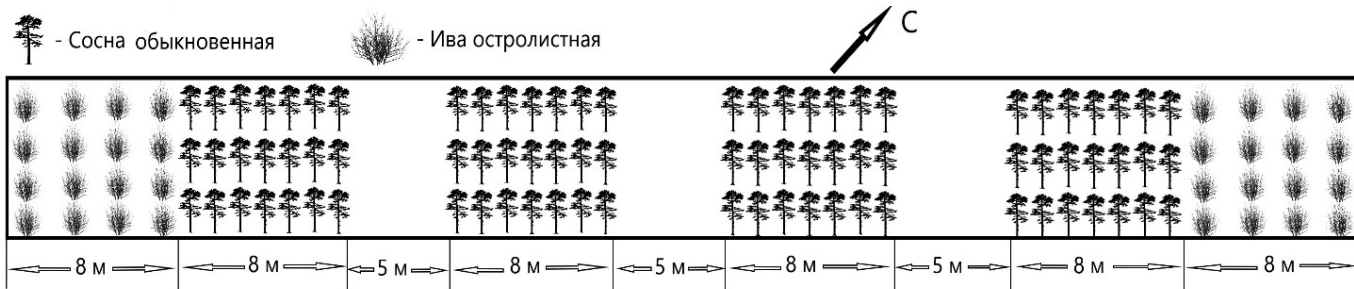


Рисунок 1 — Схема опытно-производственных культур сосны

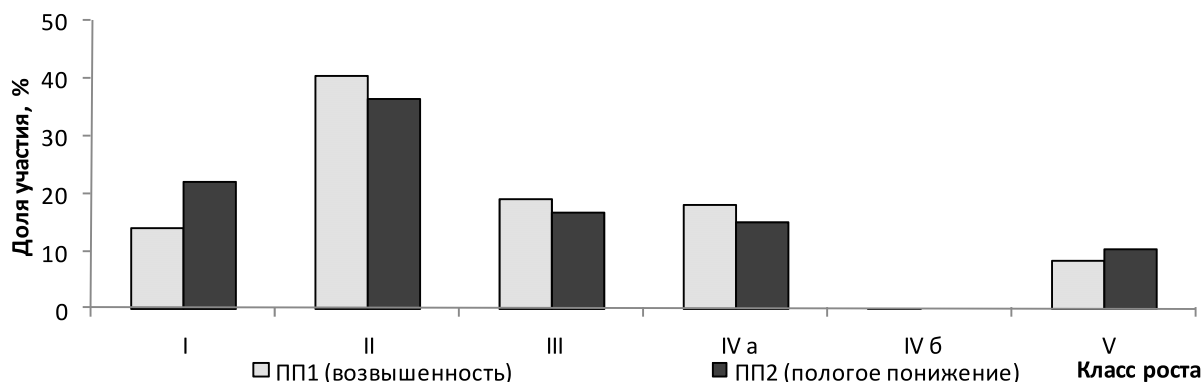


Рисунок 2 — Распределение деревьев по классам роста

Таблица 1

Таксационная характеристика древостоев сосны

№ ПП	Рельеф	Возраст, лет	Густота, шт./га		Сохранность, %	Средние		Сумма площадей сечения, м ² /га	Бонитет	Полнота, ед.	Запас, м ³ /га		Средний прирост, м ³ /га
			исходная	на момент исследования		диаметр, см	высота, м				сырораствующих	сухостоя	
1	Возвышенность	76	8643	1852	21,4	14,6	12,9	30,95	IV	1,0	198	3,2	2,6
2	Пологое понижение	76	8643	1892	21,9	15,6	15,9	36,27	IV	1,1	293	0,6	3,8

Сосна высаживалась в межкулисом пространстве полосами по 7 рядов (по схеме 1,35×0,6 м), чередуя с участками необработанной почвы (целины). В настоящее время шелюга полностью отмерла, сохранились в небольшом количестве лишь полуразложившиеся скелетные ветви диаметром до 2 см, лежащие на земле. Мощность подстилки и лесного опада не превышает 1 см. Для таксационно-лесоводственной оценки посадок были заложены пробные площади прямоугольной формы в пологом понижении и на вершине бугра. Полевая оценка таксационных характеристик древостоев и их камеральная обработка проводилась по стандартным методикам [3].

Результаты и обсуждение. Исследуемые насаждения произрастают в сухой степи, тип леса — сухой бор пологих всхолмлений (тип условий местопроизрастания — А₁). Распределение деревьев

по классам роста и развития представлено на графике (рис. 2).

Средний класс роста и развития по Крафту составил: для возвышенности — II,7, для пологого понижения — II,5. Данные свидетельствуют о лучшем развитии деревьев в условиях лучшей обеспеченности влагой, складывающихся в понижении. Таксационные характеристики древостоев также лучше в условиях понижения (табл. 1).

На исследуемых участках сформировались высокополнотные, низкопроизводительные древостои IV класса бонитета, испытывающие недостаток почвенной влаги. Сырораствующий запас представлен мелко- и среднетоварной древесиной. Интерес вызывает дифференциация стволов сосны по диаметру в смежных с шелюговой кулисой рядах, а также рядах примыкающих к участкам необработанной почвы. В обоих случаях наблюда-

ется увеличение среднего диаметра, что в первом случае объясняется защитным влиянием ивовых кустов, большим влагонакоплением и привнесением органического вещества в виде листовенного опада [5], а во втором — проявлением краевого эффекта, когда деревья в крайних рядах, получают больше влаги и солнечной энергии, характеризуются повышенным световым приростом.

На возвышенности средний диаметр стволов сосны, произрастающих на границе с ивой, составил 17,2 см, на границе с целиной — 15,9 см, деревья в центральных рядах сосновых полос имеют средний диаметр 14,1 см. В пологом понижении эти значения составляют 15,7 см, 16,5 см, 15,3 см соответственно. Сохранность сосны в рядах под защитой ивы выше, чем в крайних рядах. На возвышенности сохранность сосны составила 25,3 % и 15,8 % соответственно, а в понижении 32,1 % и 24,9 %.

Крайние ряды сосны, имеющие открытое пространство с юго-западной стороны, имеют меньший средний диаметр, чем ряды, открытые с северо-восточной стороны, вне зависимости от рельефа. На возвышенности диаметр стволов сосны, расположенных с юго-западной стороны от шелюговых кулис, выше, чем с северо-восточной. В понижении складывается противоположная закономерность.

Появление естественного возобновления на открытых участках крайне затруднено, так как грунтовые воды находятся вне досягаемости корневой системы самосева. Уровень грунтовых вод в период стабилизации (октябрь) в пологом понижении составляет 4,75 м, а на возвышенности 7,75 м и более. Поверхность почвы пересушена под воздействием солнечной энергии и деятельности корней взрослых деревьев в рядах. Естественное возобновление под пологом сосны полностью отсутствует, или встречается преимущественно в кулисах ивы, и единично в отдельных полосах целины. Имеющееся возобновление сосны сконцентрировано в центральной части открытых пространств и шелюговых кулис на расстоянии не менее 2 метров от крайних рядов сосны, что подтверждается и ранее проведенными исследованиями [7].

Заключение. Прослеживается четкая зависимость количественных и качественных характеристик древостоев от орографии. В более обеспеченных почвенной влагой понижениях линейные параметры стволов и таксационные показатели древостоев выше, чем на возвышенности. Под непосредственной защитой кустов ивы складываются более благоприятные условия для роста сосны, что выражается в более крупном среднем диаметре ее стволов.

Список литературы

1. Колесов А. А. Сосновые посадки на песках Харьковского земледельческого училища. «Лесной журнал», 1899, № 2.- 24с.
2. Мелехов И. С. Очерк развития науки о лесе в России/И.С. Мелехов. — М.: Изд-во АН СССР, 1957. — 207 с.
3. Методы изучения лесных сообществ. — СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. — 240 с.
4. Морозов Г. Ф. Очерки по лесокультурному делу/Г.Ф. Морозов. — М.-Л.: Гослесбумиздат, 1950. — 236 с.
5. Савин М. А., Маленко А. А. Процесс естественного возобновления в смешанных насаждениях сухой степи//Аграрная наука — сельскому хозяйству сборник статей: в 3 книгах. Алтайский государственный аграрный университет, 2017. — С. 266–268.
6. Савин М. А., Маленко А. А., Гаврилова Д. Ю. Формирование искусственных сосняков в смешении с кустарниковыми породами в сухой степи//Наука и инновации: векторы развития: Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых. Сборник научных статей. В 2-х книгах: г. Барнаул, 24–25 октября 2018 года. Том Книга 1. — Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2018. — С. 107–109.
7. Савин М. А., Маленко А. А. Формирование искусственных сосняков под защитой ивы остролистной, размещенной узкими рядами, в сухой степи//От биопродуктов к биоэкономике. Матер. IV межрег. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), Барнаул, 23–24 сентября 2021 года. — Барнаул: Алтайский государственный университет, 2021. — С. 84–87.
8. Смирнов В. Е. Полувековой опыт лесовосстановления в ленточных борах Казахстана и Алтая: Научные труды КазНИИЛХА. — Алма-Ата: Кайнар, 1966. —130 с.

Информация об авторах

САВИН Михаил Андреевич — старший преподаватель кафедры лесного хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия. Область научных интересов — формирование искусственных насаждений сосны под защитой кустарниковых пород, автор 43 научных публикаций. E-mail: agaukafles@mail.ru

МАЛЕНКО Александр Анатольевич — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесного хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул. Область научных интересов — формирование искусственных и естественных древостоев, рубки ухода и главные рубки, пирология, возобновление и искусственное лесовосстановление, автор 135 научных публикаций E-mail: malenko51@mail.ru

ЧИЧКАРЕВ Александр Сергеевич — аспирант кафедры лесного хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия. Область научных интересов — формирование искусственных насаждений сосны в степи (Чупинский бор), искусственное лесовосстановление, автор 13 научных публикаций. E-mail: agaukafles@mail.ru

РОМАНИКО Артем Валерьевич — магистр, Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия. Область научных интересов — таксация и лесоустройство лесов Алтая. E-mail: askulte@gmail.ru

ЛЕОНОВ Евгений Александрович — магистр, Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия. Область научных интересов — таксация и лесоустройство лесов Алтая. E-mail: agaukafles@mail.ru

INFLUENCE OF BOG WILLOW STRIPES ON THE FORMATION OF PINE FOREST STAND IN THE DRY STEPPE

M. A. Savin, A. A. Malenko, A. S. Chichkarev, A. V. Romaniko, E. A. Leonov
Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia

Annotation. The analysis of the influence of willow stripes on the formation of a pine forest stand in the dry steppe of the Altai Territory was carried out. On a hill, the average girth of pine trunks growing nearby willow was 17.2 cm, on the border with virgin soil — 15.9 cm, trees in the center of pine strips have an average girth of 14.1 cm in 76 year old cultures. In a gentle depression 15.7 cm, 16.5 cm, 15.3 cm, respectively. Safety in rows under the protection of willow is higher than in the outer rows. On the upland, the preservation was 25.3 % and 15.8 %, respectively, and in the depression, 32.1 % and 24.9 %.

Keywords: Scots pine, bog willow, growth class; girth; land form; forest site type; ribbon forests; Altai region.

УДК 630*524

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА A_2 -CD₂ В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

С. В. Салин¹, А. С. Леонтьев^{1, 2}

¹Центр защиты леса Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия

²Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия
Нижний Новгород, Россия

Резюме. В статье представлены результаты исследований сосновых лесов в различных лесорастительных условиях Нижегородской области. Работы проводились по общепринятой методике. Для классификации объектов исследования использовались принципы типологической классификации В. Н. Сукачёва и эдафической сетки Воробьёва-Погребняка. Исследования проводились в 3-х лесорастительных районах Нижегородской области: Сосново-широколиственном, Приволжском сосновом и Приветлужском елово-пихтовом. Проведен анализ продуктивности сосновых древостоев в экологическом ряду A_2 -CD₂, также составлена регрессионная модель, показывающая зависимости потенциальной продуктивности соснового леса от типов условий произрастания. Установлено, что для произрастания сосны обыкновенной в Нижегородской области наиболее продуктивными являются условия местопроизрастания BC₂-C₂, в которых сосновые насаждения произрастают выше Iа класса бонитета. Меньшей, но также высокой продуктивностью характеризуются сосновые насаждения в ТУМ AB₂-B₂ и CD₂. В данных условиях у сосновых насаждений бонитет достигает I класса или незначительно превышает его. Самая низкая продуктивность (ниже II класса бонитета) характерна для сосновых насаждений, формирующихся в ТУМ A₂.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, естественные насаждения, типы лесорастительных условий, типы леса, продуктивность.

Введение. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) является одной из главных лесообра- зующих пород на территории России, важной в хозяйственном плане, поэтому изучение на-

саждений сосны обыкновенной считается перспективным направлением [1–11,14–19]. В современной науке проведено большое количество разноплановых исследований, посвященных сосне обыкновенной [28–30]. В их контексте анализируются содержание и соотношение запасных веществ [16,17,23,27], состояние ксилемы [6,13,24], морфология [3,10,30,32], пигментный состав [15,18,25] и водный режим [12,19–22] хвои, репродуктивная сфера [2,4,5,7,28], наследственная обусловленность биологических признаков и таксационных показателей [11,33,34,37,38], селекционный потенциал объектов постоянной лесосеменной базы и единого генетико-селекционного комплекса [9,14,26,29], другие вопросы хозяйственного использования [8,35,40,42]. Однако, до конца так и не изучен вопрос о причинах, влияющих на продуктивность насаждений в тех или иных условиях. В связи с этим, возникает необходимость в детальном исследовании почвенно-экологических условий произрастания сосновых насаждений.

Цель исследований — выявить наиболее продуктивные условия местопроизрастания сосны обыкновенной в Нижегородской области, в которых сосновые насаждения достигают наибольших классов бонитета.

Объекты, условия и методы. Работы проводились по общепринятой методике [39]. Для классификации объектов исследования использовались принципы типологической классификации В. Н. Сукачёва [44] и эдафической сетки Воробьёва-Погребняка [36]. Исследования проводились в 3-х лесорастительных районах Нижегородской области: Сосново-широколиственном, Приволжском сосновом и Приветлужском елово-пихтовом [41]. Основным показателем продуктивности (древесной) является запас древостоев, величина которого на единицу площади зависит от таких параметров древостоя, как среднего значения высоты и суммы площадей сечений стволов, величина которых, в свою очередь, варьирует в зависимости от возраста древостоя и эдафических условий формирования насаждений. Поэтому, в целях определения продуктивности сосновых насаждений в зависимости от условий местопроизрастания, был выбран экологический ряд по трофности: A_2 - AB_2 - B_2 - BC_2 - C_2 - CD_2 .

Результаты и их обсуждение. Для каждого типа условий местопроизрастания (ТУМ), основываясь на принципах лесотипологической классификации В. Н. Сукачёва, был уста-

новлен характерный тип леса. В ТУМ A_2 формируется тип леса «Сосняк брусничный» (Сбр), в ТУМ AB_2 — «Сосняк орляковый» (Сорл) [41], в ТУМ B_2 — «Сосняк майниково-брусничный» (Смбр), в ТУМ BC_2 — «Сосняк липняковый» (Слпк), в ТУМ C_2 — «Сосняк липовый» (Слп), в ТУМ CD_2 — «Сосняк дубовый» (Сдуб). Следует отметить, что тип леса Сдуб выявлен только в Сосново-широколиственном лесорастительном районе, а в Приветлужском елово-пихтовом лесорастительном районе в условиях C_2 при отсутствии липы в верхнем ярусе формируется тип леса, охарактеризованный как «Сосняк сложный» (Сслж). Из приведённых данных (см. табл. 1) видно, что величина запаса находится в тесной зависимости от возраста насаждения и полноты древостоев. Так, наибольшая величина запаса ($510\text{ м}^3/\text{га}$) отмечается в ТУМ C_2 , к котором формируются сосняки липовые, наименьшая ($221\text{ м}^3/\text{га}$) — в ТУМ A_2 .

Из приведённых данных (см. табл. 1) видно, что величина запаса находится в тесной зависимости от возраста насаждения и полноты древостоев. Так, наибольшая величина запаса ($510\text{ м}^3/\text{га}$) отмечается в ТУМ C_2 , к котором формируются сосняки липовые, наименьшая ($221\text{ м}^3/\text{га}$) — в ТУМ A_2 . Таким образом, древесная продуктивность сосновых насаждений возрастает в направлении $A_2 > C_2$, но в направлении $C_2 > CD_2$ идет снижение показателя древесной продуктивности. Такая закономерность связана с биологической особенностью сосны обыкновенной, которая произрастает на сравнительно легких дренированных почвах, при сравнительно глубоком (более 0,5м) залегании подстилающих пород. Древесная продуктивность сосновых насаждений падает при близком залегании к поверхности тяжёлых суглинков, что и нашло своё подтверждение на пробной площади № 9,

Здесь сосновое насаждение произрастает на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве и имеет запас $285\text{ м}^3/\text{га}$ в возрасте 56 лет, при полноте 0,71. Кроме понятия древесной продуктивности насаждений в практике лесного хозяйства применяется термин потенциальной продуктивности, именуемый как бонитет насаждения, значение которого зависит от возраста и средней высоты древостоя. На сегодняшний день в Нижегородской области применяется бонитеро-вочная шкала М. М. Орлова. Для более точного определения классов бонитета использовалась формула предложенная А. И. Старцевым [43].

$$\text{Бонитет древостоя} = \frac{((34,5 * (1 - \text{EXP}(-0,02235 * A - 0,3101)))^{2,222}) - H_{\text{ср}}}{((29 / ((\text{EXP}(3.8062 - 0,9504 * \text{LN}(A))) + 1) + \Pi) / 5)} + 1$$

где А — возраст древостоя, для которого производится расчёт бонитета;

$H_{\text{ср}}$ — средняя высота древостоя;

П — поправочный коэффициент для древостоев, произрастающих по бонитету, превышающему

I класс бонитета. $\Pi = 0,7$.

Таблица 1

Таксационная характеристика объектов исследования

Номер квартала	Номер пробной площади	Состав	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс бонитета	Тип леса/ТУМ	Сумма площадей сечений (ΣG), м ² /га	Полнота	Запас сырорастающего леса на 1 га, м ³
Сосново-широколиственный лесорастительный район										
Ключищинское участковое лесничество Богородского районного лесничества										
52	3	10С	73	19,3	19,7	II,6	Сбр/А ₂	33,9	1,03	308
58	4	10С	71	22,8	24,0	I,4	Сорл/АВ ₂	36,7	0,87	384
58	5	9С1Б	48	22,5	22,4	I6,5	Слп/С ₂	32,0	0,94	369
53	6	10С	51	17,4	15,2	I,6	Сбр/А ₂	34,7	1,04	312
59	7	10С	52	20,5	19,3	Ia,6	Смбр/В ₂	31,7	0,78	305
45	9	10С+Б	56	21,4	18,3	Ia,7	Сдуб/СД ₂	27,6	0,71	285
53	10	10С+Е+Б	42	21,0	21,5	I6,2	Слпк/ВС ₂	35,7	0,99	381
44	44	10С	92	28,1	32,4	Ia,9	Сорл/АВ ₂	31,9	0,70	395
44	45	10С	65	25,1	23,5	Ia,0	Слп/С ₂	45,0	1,03	510
44	47	10С ед.Б	110	32,2	31,4	Ia,4	Смбр/В ₂	36,2	0,77	505
Приволжский сосновый лесорастительный район										
Лукинское участковое лесничество Балахнинского районного лесничества										
38	11	10С ед.Е	70	23,6	27,3	I,1	Смбр/В ₂	35,7	0,85	397
45	12	10С	52	20,9	18,8	Ia,5	Слпк/ВС ₂	35,7	0,88	338
45	13	10С	83	22,9	24,3	II,0	Сбр/А ₂	36,5	0,96	383
45	14	10С	55	23,4	20,8	I6,9	Слп/С ₂	37,5	0,87	402
45	15	10С	74	22,0	25,3	I,8	Сорл/АВ ₂	31,1	0,83	309
53	16	10С+Б	56	18,2	18,0	I,8	Сорл/АВ ₂	38,0	1,17	348
Борское участковое лесничество Борского районного лесничества										
38	21	10С	43	20,4	18,3	I6,6	Слп/С ₂	38,2	1,02	357
38	22	10С	40	18,8	20,2	I6,8	Слпк/ВС ₂	36,5	0,95	336
39	24	10С+С	48	20,4	20,8	Ia,2	Смбр/В ₂	35,6	0,91	344
72	26	10С+Б	61	19,4	20,6	I,8	Сбр/А ₂	32,1	0,97	338
72	27	10С+Б	58	20,9	21,3	I,0	Сорл/АВ ₂	35,0	0,92	361
Городецкое участковое лесничество Городецкого районного лесничества										
103	29	10С	71	25,8	26,0	Ia,5	Слпк/ВС ₂	34,8	0,78	374
103	30	10С	54	22,6	18,9	Ia,1	Слп/С ₂	32,4	0,77	331
96	32	10С	64	17,9	17,8	II,5	Сбр/А ₂	34,8	1,05	306
97	34	10С	62	22,2	21,5	Ia,9	Смбр/В ₂	30,5	0,74	306
93	35	10С	69	20,9	19,7	I,8	Сорл/АВ ₂	34,1	0,93	329
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Приветлужский елово-пихтовый лесорастительный район										
Вахтанское участковое лесничество Шахунского районного лесничества										
68	36	10С	75	23,8	23,9	I,3	Смбр/В ₂	36,5	0,85	382
68	37	10С	75	21,7	21,1	I,9	Сбр/АВ ₂	34,8	0,95	346
68	40	10С	62	18,1	18,7	II,3	Сбр/А ₂	24,4	0,65	221
15	41	10С	48	22,3	24,4	I6,6	Слпк/ВС ₂	37,7	0,91	396
18	42	10С	60	24,9	24,1	I6,9	Сслж/С ₂	43,0	0,98	490

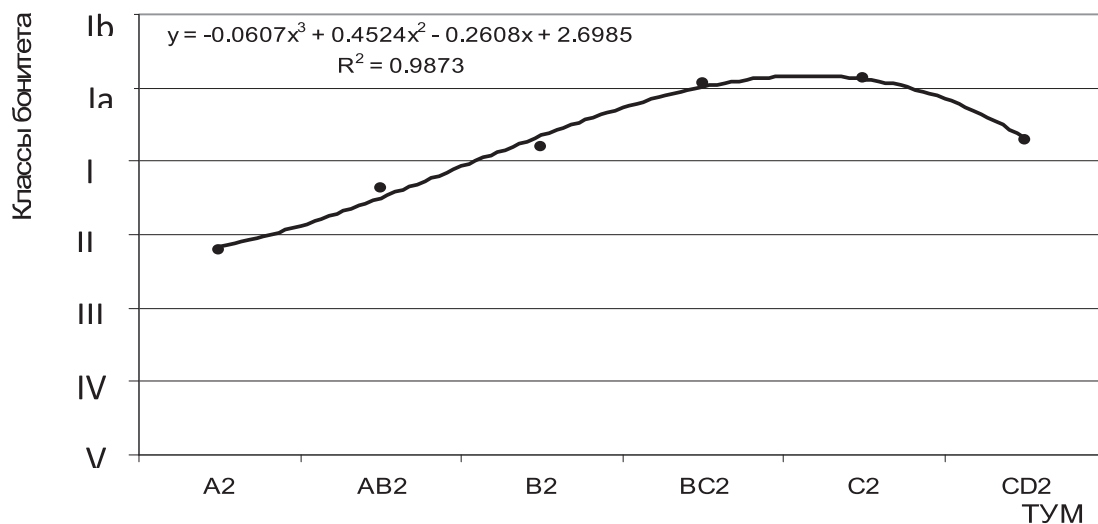


Рисунок 1 — Усреднённая модель распределение сосновых насаждений по классам бонитета в зависимости от типа условий местопроизрастания в Нижегородской области

В результате построения регрессионных моделей было установлено, что наиболее точно данную зависимость описывает полиномиальное уравнение 3-го порядка ($R^2 = 0.9605–0.9996$). Для сравнения распределения сосновых насаждений по классам бонитета в зависимости от ТУМ были построены регрессионные модели для каждого лесорастительного района (рис. 1).

Наибольшее значение класса бонитета имеют сосновые насаждения, формирующиеся в условиях Сосново-широколиственного лесорастительного района. Расхождения отмечаются только в ТУМ AB_2 – BC_2 , что связано с незначительным количеством наблюдений, различным возрастом исследованных насаждений и особенностью почвенно-грунтовых условий, характерных для каждого района исследования. Следует отметить, что дисперсионный анализ

также показал незначительную существенность различий между рядами. Таким образом, по результатам проведённых исследований, была составлена обобщённая модель распределение сосновых насаждений по классам бонитета в зависимости от типа условий местопроизрастания в Нижегородской области.

Вывод. Для произрастания сосны обыкновенной в Нижегородской области наиболее продуктивными являются условия местопроизрастания BC_2 – C_2 , в которых сосновые насаждения произрастают выше Ia класса бонитета. Меньшей, но также высокой продуктивностью характеризуются сосновые насаждения в ТУМ AB_2 – B_2 и CD_2 . В данных условиях у сосновых насаждений бонитет достигает I класса или незначительно превышает его. Самая низкая продуктивность (ниже II класса бонитета) характерна для сосновых насаждений, формирующихся в ТУМ A_2 .

Список литературы

1. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа//Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 2/326. — С. 58–64.
2. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная идентификация плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в кластерном анализе по параметрам шишек//Известия Оренбургского аграрного университета. — 2012. — № 3 [35]. — С. 8–11.
3. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Комплексная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам хвои//Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2012.- № 2 [24]. — С. 88–91.
4. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам семян//Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 [14]. — С. 3–11.
5. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по параметрам шишек//Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 06. — С. 13–16.
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2/332. — С. 45–52.

7. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по морфометрическим параметрам семян//Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2013. — № 3 (95). — С. 11–16.
8. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Горелов А. Н. Влияние технологического режима на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной при кассетном выращивании в теплицах//Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г./Под общей редакцией Бессчетновой Н. Н. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 87–93.
9. 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. Всеросс. (нац.) научно-практической конференции научно-педагогических работников и молодых ученых: г. Нижний Новгород, 28–29 апреля 2021 г. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2021. — С. 20–26.
10. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Орнатский А. Н. Параметры хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на лесосеменных плантациях Нижегородской области/В. П. Бессчетнов, Н. Н. Бессчетнова, А. Н. Орнатский//Актуальные проблемы лесного комплекса/Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, Брянск, 2011 г. Выпуск 31. — Брянск: БГТА, 2012. — С. 105–108
11. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Терешанцев Н. А. Варьирование угла крепления боковых побегов к стволу плюсовых деревьев сосны обыкновенной/В. П. Бессчетнов, Н. Н. Бессчетнова, Н. А. Терешанцев//Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 23–32.
12. 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 международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2007 г. Вып. 17. — Брянск: БГИТА, 2007. — С. 13–16.
13. Бессчетнова Н. Н. Скорость сезонного роста ксилемы в годичных побегах клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2008. — № 2 (59). — С. 4–10.
14. Бессчетнова Н. Н. Поликросс-тест в определении оценок общей комбинационной способности сосны обыкновенной//Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2009 г./Под общ. ред. Е. А. Памфилова: Выпуск 22. — Брянск: БГИТА, 2009. — С. 10–14.
15. Бессчетнова Н. Н. Содержание основных пигментов в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2010. — № 6 (75). — С. 4–10.
16. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала в побегах//Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2010. — № 2 (9). — С. 49–56.
17. Бессчетнова Н. Н. Содержание водорастворимых сахаров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2011 г. Выпуск 28. — Брянск: БГТА, 2011. — С. 15–19.
18. Бессчетнова Н. Н. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов//Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии: Сборник научных статей. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2011. № 1 (1). — С. 56–65.
19. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по темпам водопотери хвои//Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2011. — № 3 (79). — С. 36–41.
20. Бессчетнова Н. Н. Содержание сухого вещества в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2011. — № 5 (81). — С. 15–19.
21. Бессчетнова Н. Н. К методике определения периода критического обезвоживания хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)//Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2011. — № 2 (12). — С. 3–12.
22. Бессчетнова Н. Н. Корреляция показателей баланса воды и содержания сухого вещества в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (15). — С. 28–36.
23. Бессчетнова Н. Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 4/328. — С. 48–55.
24. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы//Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 07. — С. 9–14.
25. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinussylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои//Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.

26. Бессчетнова Н. Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев//Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2013. — № 07. — С. 11–15.
27. Бессчетнова Н. Н. Генотипическая неидентичность плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала//Известия Оренбургского аграрного университета. — 2013. — № 4 [42]. — С. 20–23.
28. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. — 586 с.
29. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. — 382 с.
30. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. — 368 с.
31. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Индекс генотипического несходства плюсовых деревьев как критерий их совместимости на лесосеменных плантациях//Актуальные проблемы лесного комплекса/Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2016 г. Выпуск 44. — Брянск: БГИТУ, 2016. — С. 13–16.
32. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Изменчивость морфометрических признаков хвои на клоновой плантации плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)//Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2017. — Том 21, № 2. — С. 198–206. DOI: 10.18699/VJ17.237
33. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Горелов А. Н. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной, отобранных в Нижегородской области по//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
34. 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: 10.21178/2079-6080.2022.2.18
35. 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
36. Воробьев Д. В. Типы лесов Европейской части СССР. — Киев: Издательство академии наук Украинской ССР, 1953. — 452 с.
37. Горелов А. Н., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Таксационные показатели испытательных культур сосны обыкновенной в Нижегородской области//Актуальные проблемы лесного комплекса:/Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, 1–30 ноября 2020 г. Выпуск 58. — Брянск: БГИТУ, 2020. — С. 87–90.
38. 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.
39. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: Учебник. Издание 5-е. — М.: Агропромиздат, 1985. — 352 с.
40. 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г./Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 60–62.
41. Куприянов В. Г., Веретенников С. С., Шишов В. В. Леса и лесное хозяйство Нижегородской области. — Нижний Новгород, Волго-Вятское кн. изд-во., 1995. — 348 с.
42. 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г./Ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 72–74.
43. Старцев А. И. Об определении текущего среднепериодического прироста насаждения//Лесное хозяйство. — 2007. — № 6. — С. 43–45
44. Сукачев В. Н. Избранные труды. — Л.: Наука, Лен. отделение, 1972. — 419 с.

Информация об авторах

САЛИН Сергей Викторович — кандидат биологических наук, директор Центра защиты леса Нижегородской области, филиал Федерального бюджетного учреждения «Рослесозащита», г. Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов — экологические аспекты произрастания сосны обыкновенной в условиях лесной зоны Поволжья, автор более 20 научных публикаций. E-mail: czl152@rcfh.ru

ЛЕОНТЕНКОВ Александр Сергеевич — сотрудник Центра защиты леса Нижегородской области, филиал Федерального бюджетного учреждения «Рослесозащита», старший преподаватель кафедры лесоводства и лесозащиты, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов — экологические аспекты, искусственное лесовосстановление и защита насаждений в условиях лесной зоны Поволжья. E-mail: czl152@rcfh.ru

PRODUCTIVITY OF NATURAL PINE FORESTS ON ECOLOGICAL RANGE A_2 - CD_2 IN CATCHES OF NIZHNY NOVGOROD REGION

Salin S. V.¹, Leontenkov A. S.^{1,2}

¹Forest Protection Center of the Nizhny Novgorod region

²Nizhny Novgorod State agricultural academy

Annotation. The article presents the results of studies of pine forests in various forest growing conditions of the Nizhny Novgorod region. The work was carried out according to the generally accepted methodology. To classify the objects of research, the principles of V. N. Sukachev's typological classification and Vorobyov-Pogrebnyak's edaphic grid were used. The research was carried out in 3 forest-growing areas of the Nizhny Novgorod region: Pine-broadleaf, Volga pine and about Vetluga spruce-fir. An analysis of the productivity of pine forests in the A_2 - CD_2 ecological series has been carried out, and a regression model has also been compiled showing the dependence of the potential productivity of pine forests on the types of growing conditions. It has been established that for the growth of Scots pine in the Nizhny Novgorod region, the most productive conditions are the conditions of the BC_2 - C_2 habitat, in which pine plantations grow above the I-a class of bonitet. Pine plantations in TUM AB_2 - B_2 and CD_2 are characterized by lower, but also high productivity. Under these conditions, the bonus of pine plantations reaches Class I or slightly exceeds it. The lowest productivity (below the II class of bonitet) is characteristic of pine plantations formed in TUM A_2 .

Keywords: Scots pine, natural plantings, types of forest conditions, types of forests, productivity.

УДК 630*114.361

ЭДАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА A_2 - CD_2 В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

С. В. Салин, Д. Е. Самочернов

Центр защиты леса Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия

Резюме. В статье представлены результаты исследования эдафических особенностей сосновых насаждений экологического ряда A_2 - CD_2 в Нижегородской области, приводятся результаты исследований морфологических, физических и агрохимических свойств лесных почв. Цель исследований — выявить эдафические особенности сосновых насаждений экологического ряда A_2 - CD_2 в Нижегородской области в части морфологических, физических и агрохимических свойств лесных почв. Объектами исследований служили сосновые насаждения естественного происхождения, дислоцированные в трех лесорастительных районах Нижегородской области: Сосново-широколиственном, Приволжском сосновом и Приветлужском елово-пихтовом, в экологическом ряду трофности: A_2 - AB_2 - B_2 - BC_2 - C_2 - CD_2 . Установлено, что в типах условий местопроизрастания A_2 и AB_2 дерново-подзолистые почвы в Сосново-широколиственном лесорастительном районе при глубоком подстилении коренной породой имеют следующие морфологическое строение почвенного профиля: $A_0+A_1A_2+A_2+B_{1(fh)}+B_{2(g)}+C_{1(g)}+C_2$. В более богатых лесорастительных условиях в почвах формируется подзолистый горизонт А. В более богатых лесорастительных условиях в почвах формируется подзолистый горизонт A_2 . Высокими лесорастительными свойствами обладают дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы, которые в большей степени обеспечены илистыми частицами, что увеличивает емкость катионного обмена.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, естественные насаждения, лесные почвы, типы лесорастительных условий, типы леса, продуктивность.

Введение. Одним из направлений по сохранению устойчивого биоразнообразия лесных экосистем является повышение продуктивности формирующихся фитоценозов основных лесообразующих пород, в частности, сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), которая является одной из наиболее распространенных и хозяйственно ценных лесообразующих пород на территории России [29–31]. В контексте сказанного её многостороннее изучение считается целесообразным

и весьма перспективным [2–12,15–20]. Согласно этому детально анализируется содержание и соотношение запасных веществ [17,18,24,28], состояние ксилемы [7,14,25], морфология [4,11,31,33], пигментный состав [16,19,26] и водный режим [13,20–22] хвои, репродуктивная сфера [3,5,6,8,29], наследственная обусловленность биологических признаков и таксационных показателей [12,34,35,38,39], селекционный потенциал лесосеменных плантаций и архивов клонов [10,15,27,30],

лесные культуры и производство посадочного материала [9,36,40,42]. Повышение продуктивности лесонасаждений — многосторонняя комплексная проблема. Для ее успешного решения должна быть разработана и планомерно осуществлена научно обоснованная система мероприятий, направленная на рациональное использование земель и эффективное их продуцирование благодаря естественному почвенному плодородию.

Цель исследований — выявить эдафические особенности сосновых насаждений экологического ряда A_2 - CD_2 в Нижегородской области в части морфологических, физических и агрохимических свойств лесных почв.

Объекты, условия и методы. В Нижегородской области сосновые насаждения естественного происхождения исследовались в 3-х лесорастительных районах (ЛРР): в Сосново-широколиственном, в Приволжском сосновом и в Приветлужском елово-пихтовом [41], в экологическом ряду по трофности: A_2 - AB_2 - B_2 - BC_2 - C_2 - CD_2 [37,43,44]. В районах исследований преобладают дерново-подзолистые почвы, которые сформировались преимущественно на отложениях четвертичного периода [1,41]. В Сосново-широколиственном и в Приветлужском елово-пихтовом ЛРР дерново-подзолистые почвы сформировались на флювиогляциальных отложениях, подстилаемых на различной глубине перемытыми моренными отложениями или коренной пермской породой; в Приволжском сосновом ЛРР — на флювиогляциальных отложениях левобережья р. Узола, на древнеаллювиальных отложениях Балахнинской низменности Волжско-Окского междуречья и 1-й надпойменной террасы р. Волга [41]. Работы проводились по общепринятой методике с учетом существующих рекомендаций [44].

Результаты и их обсуждение. Установлено, что в типах условий местопроизрастания (ТУМ): A_2 и AB_2 дерново-подзолистые почвы в Сосново-широколиственном ЛРР при глубоком подстилании коренной породой имеют следующие морфологическое строение почвенного профиля: $A_0+A_1A_2+A_2+B_{1(fh)}+B_{2(g)}+C_{1(g)}+C_2$. Данные почвы имеют хорошо развитый элювиальный горизонт ($A_0+A_1A_2+A_2$) с четко выраженным подзолистым горизонтом A_2 . Мощность элювиального горизонта достигает 29–45 см. В верхней части иллювиального горизонта отмечаются задержка гидроксида железа (III) и затёки гумуса, а в нижней части иллювиального горизонта нередко прояв-

ляются процессы оглеения. Материнская порода выделялась на глубине 112–147 см. В Приволжском сосновом ЛРР дерново-подзолистые почвы на древнеаллювиальных отложениях строение почвенного профиля следующее: $A_0+A_1A_2+B_{1(f)}+B_{2(g)}+C_{(g)}$. В этих почвах при незначительной мощности элювиального горизонта (до 13–19 см) выделяется довольно мощный иллювиальный горизонт (60–70 см — в Балахнинской низменности; 35–50 см на 1-й надпойменной террасе р. Волга). На флювиогляциальных отложениях левобережья р. Узола строение почв следующее: $A_0+A_1A_2+A_2(A_2B)+B_{1(f)}+B_{2(g)}+C_{(g)}$. В Приветлужском елово-пихтовом ЛРР дерново-подзолистые почвы имеют морфологическое строение: $A_0+A_1A_2+B_1+B_2+BC+C_1+C_2+D$.

В ТУМ: B_2 , BC_2 , C_2 и CD_2 дерново-подзолистые почвы, сформировавшиеся на флювиогляциальных отложениях, подстилаемых коренными породами в Сосново-широколиственном и Приветлужском елово-пихтовом ЛРР имеют строение: $A_0+A_1A_2+(A_2B)+B_{1(h)}+B_{2(g)}+D_1+D_{2g}$. У данных почв незначительно (до 12 см) развитый элювиальный горизонт ($A_0+A_1A_2$) без выраженного подзолистого горизонта (скрытоподзолистые почвы). В верхней части иллювиального горизонта отмечаются затёки гумуса, а в нижней части иллювиального горизонта нередко проявляются процессы оглеения. Подстилающая порода выделялась на глубине 62–225 см. В Приволжском сосновом ЛРР на древнеаллювиальных отложениях Балахнинской низменности строение почв следующее: $A_0+A_1A_2+A_2+B_1+B_{2(g)}+C_{1(g)}+C_2$, на древнеаллювиальных отложениях 1-й надпойменной террасы р. Волга и на флювиогляциальных отложениях левобережья р. Узола — $A_0+A_1A_2+B_1+B_{2(g)}+C_{(g)}$.

По гранулометрическому составу дерново-подзолистые почвы в ТУМ: A_2 , AB_2 в Сосново-широколиственном ЛРР супесчаные (содержание физической глины (ФГ): 12,0–19,9 %) по всему профилю с увеличением содержания ФГ в нижних иллювиальных горизонтах (16,8–19,9 %). В Приволжском сосновом ЛРР на древнеаллювиальных отложениях в Балахнинской низменности гранулометрический состав почв варьирует от супесчаных до легкосуглинистых (ФГ: 12,9–26,6 %), с содержанием в материнской породе (горизонт С) физической глины: 11,8–19,2 %; на древнеаллювиальных отложениях 1-й надпойменной террасы р. Волга — от супесчаных до легкосуглинистых (ФГ: 16,7–21,7 %), с содержанием в материнской породе ФГ: 15,3–26,0 %; дерново-подзолистые почвы на флювиогляциальных отложениях левобе-

режья р. Узолы супесчаные по всему почвенному профилю (ФГ: 13,7–18,4 %). В Приветлужском елово-пихтовом ЛРР почвы легкосуглинистые (ФГ: 20,8–29,9 %), гранулометрический состав иллювиальных горизонтов и материнской породы варьирует от супесей до лёгких суглинков (ФГ: 15,0–25,7 %), подстилаются эти почвы пермскими легкими суглинками (ФГ: 20,7–25,0 %).

В ТУМ: B_2 и BC_2 по гранулометрическому составу дерново-подзолистые почвы в Сосново-широколиственном ЛРР супесчаные (ФГ: 12,8–19,4 %) с увеличением содержания ФГ в нижних иллювиальных горизонтах, подстилаящая порода в зависимости от происхождения по гранулометрическому составу варьирует от легких до средних суглинков моренных отложений до легких глин пермских отложений. В Приволжском сосновом ЛРР гранулометрический состав почв варьируют от супесчаных до легкосуглинистых (ФГ: 17,2–24,9 %), большое содержание ФГ наблюдается в верхнем горизонте вымывания (B_1), содержание ФГ в материнской породе варьирует от 13,7–14,7 % в почвах Балахнинской низменности до 24,1–33,5 % в почвах 1-й надпойменной террасы р. Волга и флювиогляциальных отложений левобережья р. Узола. В Приветлужском елово-пихтовом ЛРР дерново-подзолистые почвы легкосуглинистые по всему почвенному профилю (ФГ: 20,2–25,3 %).

В ТУМ: C_2 и CD_2 дерново-подзолистые почвы по гранулометрическому составу в Сосново-широколиственном ЛРР Нижегородской области варьируют от супесчаных до легкосуглинистых (ФГ: 13,4–24,0 %), в подзолистом и в верхних иллювиальных горизонтах происходит снижение содержания ФГ с последующим резким увеличением в нижних иллювиальных горизонтах, материнской и подстиляющих породах (ФГ: 22,6–69,9 %). В Приволжском сосновом ЛРР гранулометрический состав почв варьируют от супесчаных до легкосуглинистых (ФГ: 14,2–25,3 %), в верхних иллювиальных горизонтах происходит падение содержания ФГ с последующим увеличением её содержания вглубь по почвенному профилю. Максимум наблюдается в материнской породе (ФГ: 20,4–67,1 %). В Приветлужском елово-пихтовом ЛРР почвы среднесуглинистые в верхних горизонтах почвенного профиля (ФГ: 32,5–35,4 %), с подстиланием среднесуглинистыми коренными породами.

По агрохимическим свойствам дерново-подзолистых почв можно отметить следующие моменты: Профиль почв имеет кислую реакцию

среды по солевой вытяжке (рН 2,0–5,7). Наиболее кислой реакцией характеризуются элювиальные горизонты (рН 2,0–4,2), особенно в супесчаных почвах. Материнские и подстиляющие породы характеризуются слабокислой реакцией (рН 4,0–5,3) до близкой к нейтральной (рН 6,2). Показатели гидролитической кислотности имеют значительные колебания и достигают наибольших значений в гумусово-аккумулятивном горизонте (до 16,2 мг-экв. на 100 г почвы), а также в оглеённых горизонтах расположенных выше водоупорного горизонта (4,4–11,4 мг-экв. на 100 г почвы). Наибольшая емкость катионного обмена (ЕКО) характерна для дерново-подзолистых почв ТУМ: B_2 - CD_2 , особенно в нижней части почвенного профиля при подстилании коренными породами (9,22–52,22 мг-экв. на 100 г почвы), меньшая ЕКО — супесчаным и легкосуглинистым почвам ТУМ: A_2 и AB_2 .

По содержанию гумуса в гумусово-аккумулятивном горизонте следует отметить тот факт, что стабильное накопление гумуса начинается только при содержании в гумусово-аккумулятивном горизонте более 24 % физической глины. В разных ТУМ на супесчаных и легкосуглинистых почвах с содержанием ФГ до 24 % содержание гумуса варьирует от 0,8 до 3,4 %.

По содержанию в почве обменного калия (K_2O) все исследованные почвы имеют очень низкие показатели. Относительно высокое содержание обменного калия характерно гумусово-аккумулятивным горизонтам, а максимум содержания обменного калия отмечено в горизонтах вымывания, где происходит накопление гидроксида железа (III) (до 21,6 мг в 100 г почвы), а также в суглинистых прослойках материнских пород древнеаллювиальных отложений и подстиляющих породах (до 21,1 мг в 100 г почвы). По содержанию доступных форм фосфора (P_2O_5) высокими показателями обладают дерново-подзолистые почвы древнеаллювиальных отложений первой надпойменной террасы р. Волга, а также почвы флювиогляциальных отложений в Приволжском сосновом и Приветлужском елово-пихтовом ЛРР, особенно в иллювиальных горизонтах (до 33,5 мг в 100 г почвы), материнских (до 37,0 мг в 100 г почвы) и подстиляющих (до 58,6 мг в 100 г почвы) породах, что особенно характерно для ТУМ: B_2 - CD_2 . Низким содержанием подвижного фосфора отличаются древнеаллювиальные отложения Балахнинской низменности (до 9,9 мг в 100 г почвы).

Выводы. По результатам исследований можно сделать выводы.

1. В более богатых лесорастительных условиях в почвах формируется подзолистый горизонт A_2 . Данное явление объясняется тем фактом, что на данных почвах формируется достаточно богатый по видовому представительству фитоценоз, что способствует наибольшему приходу органики в верхние слои почвы, а в условиях промывного и периодически промывного водного режима органические кислоты стимулируют подзолообразовательный процесс.

2. Высокими лесорастительными свойствами обладают дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы, которые в большей степени обеспечены илистыми частицами, что увеличивает ем-

кость катионного обмена. Почвы, подстилаемые коренной породой до 1,0 м, достаточно обеспечены элементами питания и по своим лесорастительным свойствам близки к легкосуглинистым. Такие почвы характерны для ТУМ BC_2 , C_2 и CD_2 , в которых сосновые насаждения достигают максимально возможной в данных климатических условиях продуктивности (Ia — Ib классы бонитета). Дерново-подзолистые супесчаные и легкосуглинистые почвы с менее сбалансированным набором элементов питания характеризуются низкими лесорастительными свойствами, что характерно для ТУМ: A_2 и AB_2 .

Список литературы

1. Агроклиматический справочник по Горьковской области/Ред. А. Н. Михайлов и М. Г. Сакулинская. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1967. — 140 с.
2. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методом многомерного анализа//Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 2/326. — С. 58–64.
3. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная идентификация плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в кластерном анализе по параметрам шишек//Известия Оренбургского аграрного университета. — 2012. — № 3 (35). — С. 8–11.
4. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Комплексная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам хвои//Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2012. — № 2 (24). — С. 88–91.
5. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам семян//Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (14). — С. 3–11.
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по параметрам шишек//Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 06. — С. 13–16.
7. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2/332. — С. 45–52.
8. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по морфометрическим параметрам семян//Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2013. — № 3 (95). — С. 11–16.
9. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Горелов А. Н. Влияние технологического режима на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной при кассетном выращивании в теплицах//Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г./Под общей редакцией Бессчетновой Н. Н. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 87–93.
10. 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. Всеросс. (нац.) научно-практической конференции научно-педагогических работников и молодых ученых: г. Нижний Новгород, 28–29 апреля 2021 г. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2021. — С. 20–26.
11. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Орнатский А. Н. Параметры хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на лесосеменных плантациях Нижегородской области/В. П. Бессчетнов, Н. Н. Бессчетнова, А. Н. Орнатский//Актуальные проблемы лесного комплекса/Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, Брянск, 2011 г. Выпуск 31. — Брянск: БГТА, 2012. — С. 105–108.
12. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Терешанцев Н. А. Варьирование угла крепления боковых побегов к стволу плюсовых деревьев сосны обыкновенной/В. П. Бессчетнов, Н. Н. Бессчетнова, Н. А. Терешанцев//Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 23–32.
13. Бессчетнова Н. Н. Вододерживающая способность хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Актуальные проблемы лесного комплекса/Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2007 г. Вып. 17. — Брянск: БГИТА, 2007. — С. 13–16.
14. Бессчетнова Н. Н. Скорость сезонного роста ксилемы в годичных побегах клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2008. — № 2 (59). — С. 4–10.

15. Бессчетнова Н. Н. Поликросс-тест в определении оценок общей комбинационной способности сосны обыкновенной//Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2009 г./Под общ. ред. Е. А. Памфилова: Выпуск 22. — Брянск: БГИТА, 2009. — С. 10–14.
16. Бессчетнова Н. Н. Содержание основных пигментов в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2010. — № 6 (75). — С. 4–10.
17. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала в побегах//Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2010. — № 2 (9). — С. 49–56.
18. Бессчетнова Н. Н. Содержание водорастворимых сахаров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2011 г. Выпуск 28. — Брянск: БГТА, 2011. — С. 15–19.
19. Бессчетнова Н. Н. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов//Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии: Сборник научных статей. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2011. № 1 (1). — С. 56–65.
20. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по темпам водопотери хвои//Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2011. — № 3 (79). — С. 36–41.
21. Бессчетнова Н. Н. Содержание сухого вещества в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2011. — № 5 (81). — С. 15–19.
22. Бессчетнова Н. Н. К методике определения периода критического обезвоживания хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)//Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2011. — № 2 (12). — С. 3–12.
23. Бессчетнова Н. Н. Корреляция показателей баланса воды и содержания сухого вещества в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (15). — С. 28–36.
24. Бессчетнова Н. Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 4/328. — С. 48–55.
25. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы//Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 07. — С. 9–14.
26. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinussylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои//Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.
27. Бессчетнова Н. Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев//Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2013. — № 07. — С. 11–15.
28. Бессчетнова Н. Н. Генотипическая неидентичность плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала//Известия Оренбургского аграрного университета. — 2013. — № 4 (42). — С. 20–23.
29. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. — 586 с.
30. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. — 382 с.
31. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. — 368 с.
32. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Индекс генотипического несходства плюсовых деревьев как критерий их совместимости на лесосеменных плантациях//Актуальные проблемы лесного комплекса/Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2016 г. Выпуск 44. — Брянск: БГИТУ, 2016. — С. 13–16.
33. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Изменчивость морфометрических признаков хвои на клоновой плантации плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)//Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2017. — Том 21, № 2. — С. 198–206. DOI: 10.18699/VJ17.237
34. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Горелов А. Н. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной, отобранных в Нижегородской области по//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
35. 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: 10.21178/2079-6080.2022.2.18
36. 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

37. Воробьев Д. В. Типы лесов Европейской части СССР. — Киев: Издательство академии наук Украинской ССР, 1953. — 452 с.

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

39. 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.

40. 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г./Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 60–62.

41. Куприянов В. Г., Веретенников С. С., Шишов В. В. Леса и лесное хозяйство Нижегородской области. — Нижний Новгород, Волго-Вятское кн. изд-во., 1995. — 348 с.

42. 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г./Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 72–74.

43. Погребняк П. С. Основы лесной типологии/П.С. Погребняк. — Киев: Изд-во АН УССР, 1955. — 456 с.

44. Рекомендации по выделению коренных и производных групп типов леса в лесной зоне Европейской части РСФСР. — М.: ВНИИЛМ, 1982. — 40 с.

Информация об авторах

САЛИН Сергей Викторович — кандидат биологических наук, директор Центра защиты леса Нижегородской области, филиал Федерального бюджетного учреждения «Рослесозащита», г. Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов — экологические аспекты произрастания сосны обыкновенной в условиях лесной зоны Поволжья, автор более 20 научных публикаций. E-mail: czl152@rcfh.ru

САМОЧЕРНОВ Дмитрий Евгеньевич — бывший сотрудник Центра защиты леса Нижегородской области, филиал Федерального бюджетного учреждения «Рослесозащита», г. Нижний Новгород, Россия.

EDAPHIC FEATURES OF PINE PLANTATIONS ECOLOGICAL RANGE A_2 -CD₂ IN NIZHNY NOVGOROD REGION

Salin S. V., *Samochernov D. E.*

Forest Protection Center of the Nizhny Novgorod Region, Nizhny Novgorod, Russia

Resume. The article presents the results of a study of the edaphic features of pine plantations of the A_2 -CD₂ ecological series in the Nizhny Novgorod region, the results of studies of morphological, physical and agrochemical properties of forest soils are presented. The purpose of the research is to identify the edaphic features of pine plantations of the A_2 -CD₂ ecological series in the Nizhny Novgorod region in terms of morphological, physical and agrochemical properties of forest soils. The objects of research were pine plantations of natural origin, located in three forest-growing areas of the Nizhny Novgorod region: Pine-broadleaf, Volga pine and Kaluga spruce-fir, in the ecological trophic series: A_2 -AB₂-B₂-BC₂-C₂-CD₂. It was found that in the types of growing conditions: A_2 and AB₂, sod-podzolic soils in Pine-broadleaf forests growing region with deep bedrock bedding have the following morphological structure of the soil profile: $A_0 + A_1 A_2 + A_2 + B_1 + B_2 (g) + C_1 (g) + C_2$. In richer forest-growing conditions, a sub-leaf horizon is formed in soils. In richer forest-growing conditions, a sub-leaf horizon A_2 is formed in soils. High forest-growing properties are possessed by sod-podzolic light loamy soils, which are more provided with silt particles, which increases the capacity of the cation exchange.

Keywords: Scots pine, natural plantings, forest soils, types of forest conditions, forest types, productivity.

ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ НОВО-БУЯНСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА

В. Б. Троц, Н. М. Троц

Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель Самарской области, Россия

Аннотация. В статье приводятся данные экспериментов, проведенных в лесах Ново Буянского участкового лесничества, показывающие, что наиболее продуктивные спелые и средневозрастные сосняки сформированы путем создания лесных культур. Запас сырораствующей древесины в них на 28,5–30,7 % больше, чем в естественном насаждении и достигает 270–366 м³/га при относительной полноте насаждений — 0,7–0,8 и классе бонитета I–II. В естественных сосновых насаждениях преобладают прегосподствующие и господствующие деревья I-го и II-го класса по Крафту. В лесных культурах большинство деревьев относится ко II-му классу. Санитарное состояние древостоев сосны обыкновенной естественного и искусственного происхождения примерно равно и оценивается в 2,2–2,3 балла с небольшим преимуществом лесных культур.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, древостой, лесные культуры, ствол, запас древесины.

Введение. Одним из факторов, определяющих развитие жизни на нашей планете, являются зеленые растения и в первую очередь древесные, образующие лесные сообщества. Лес, влияя на климат планеты, распределение осадков, скорость распространения воздушных масс, регулирует режим питания рек, смягчает температурные колебания и т. д. Ученые на протяжении многих лет изучают вопрос о том, какие насаждения, естественного или искусственного происхождения, являются более целесообразными для ведения лесного хозяйства. Естественное возобновление является наиболее простым и экономически выгодным направлением. К тому же, по мнению многих ученых естественные насаждения обладают наиболее высокой фитоценотической устойчивостью. Однако, в регионах с интенсивным ведением лесного хозяйства определяющая роль принадлежит искусственному лесовосстановлению и лесоразведению. Искусственное лесовосстановление обеспечивает формирование насаждений нужного породного состава с оптимальной густотой и равномерным размещением деревьев на площади. Прежде всего это относится к главным лесообразующим породам, в числе которых сосна обыкновенная занимает лидирующие позиции [7–9]. Как правило, её насаждения искусственного происхождения более продуктивны по сравнению с естественными в одинаковых условиях произрастания [14,17,18]. Вместе с тем, единого мнения по данному вопросу в лесном хозяйстве нет, и ученые лесоводы продолжают комплексные исследования в этом направлении [1–5]. Тематика их работ [10–16] актуальна и для лесничеств Самарской области [19,20].

Цель исследования — выявление особенностей развития сосны обыкновенной в различ-

ных насаждениях Ново Буянского участкового лесничества.

Объекты, условия и методы. Эксперименты проводились в 2021 году в насаждениях сосны обыкновенной естественного и искусственного происхождения, произрастающих на территории Ново Буянского участкового лесничества, расположенного в северо-западной части Красноярского лесничества ГКУ СО «Самарские лесничества». Климат района исследований имеет хорошо выраженную континентальность, которая характеризуется большой амплитудой колебания температуры воздуха в зимний и летний период с абсолютным максимумом в июле +38 °C и минимумом — в январе — 45 °C, при среднегодовой температуре +3,8 °C. Средне количество осадков за год равно 489 мм. Атмосферные осадки распределяются неравномерно, как по годам, так и по отдельным периодам года. Количество осадков, выпадающих за вегетационный период, варьирует от 235 до 250 мм. Теплый период длится около 190 дней, а вегетационный (с температурой +10 и выше) в среднем — 146 дня. Сумма активных температур равна 2350–2520 °C. Гидрометрический коэффициент (по Г. Т. Селянинову) равен 0,9–0,8. Рельеф местности — увалисто-равнинный, пересеченный балками, оврагами, долинами рек, имеющий понижения и холмистые гряды [21,22].

Объектами исследований являлись искусственные и естественные насаждения сосны обыкновенной V и VIII класса возрастов произрастающее в сравнительно равных типах леса и лесорастительных условиях. Для их лесохозяйственной оценки в соответствии с ОСТом 56–69–83 «Пробные площади лесоустроительные Методы закладки» [24] нами было заложено 4 временных пробных

Таблица 1

Характеристика лесных насаждений временных пробных площадей

Показатели	№ временной пробной площадки			
	ВПП № 1	ВПП № 2	ВПП № 3	ВПП № 4
Квартал/выд.	90/25	89/1	60/23	63/20
Происхождение	лесные культ.	Лесные культ.	Естественное	естественное
Состав	10С	10С	10С	10С
Возраст, лет	150	85	160	90
Тип леса	СТР	СДТ	СТР	СДТ
ТЛУ	A ₂	B ₂	A ₂	B ₂

Таблица 2

Таксационная характеристика деревьев сосны обыкновенной в спелых насаждениях

Показатели	ВПП № 1	ВПП № 3
№ квартала/выдела	90/25	60/23
Происхождение	лесные культуры	естественное
Возраст, лет	150	160
Класс возраста	VIII	VIII
Средняя высота стволов деревьев, м	27	24
Средний диаметр ствола на 1,3 м, см	36	38
Протяженность без сучковой зоны, м	3,8	1,9
Протяженность зоны отмерших сучьев, м	19,4	15,8
Протяженность ассимиляционной части кроны, м	3,8	6,3
Класс бонитета	II	III
Относительная полнота насаждения	0,7	0,5
Запас сырораствующей древесины на 1 га, м ³	366	280

площадки (ВПП), две из которых располагались в средневозрастных и спелых сосновых насаждениях естественного происхождения и две в сосняках искусственного происхождения. Размер временных пробных площадок равнялся 50 м × 100 м, что позволяло обследовать не менее 200 стволов главной породы. Для определения основных количественных и качественных лесоводственно-таксационных показателей состояния древостоев на пробных площадях нами учтены Наставления по отводу и таксации лесосек (1993) [25]. Таксационная характеристика насаждений временных пробных площадок дана в таблице 1.

Проводился пересчет всех деревьев, с замером диаметров их стволов на высоте 1,3 м с помощью мерной вилки Никонова. С помощью высотомера-кромона ВК-1 с точностью до ±0,5 м замерялась высота стволов и протяженность зоны до зеленых ветвей, а также протяженность безсучковой зоны. Полноту древостоев устанавливали полнотомером Биттерлиха. Пересчет полученных сумм площадей поперечных сечений стволов выполнялся по стандартным справочным таксационным таблицам Н. В. Третьякова. С помощью таксационных таблиц определялся и запас древе-

сины в пересчете на 1 га [26]. Санитарное состояние насаждений и их классификация оценивалось по действующим методическим указаниям [23,27].

Результаты и обсуждения. Проведенные таксационные измерения сосны обыкновенной VIII класса возраста произрастающих на временных пробных площадках № 1 и № 3 показали, что они имеют существенные отличия, в первую очередь по высоте стволов, которые в искусственно созданном насаждении достигали средней отметки в 27 м. Для 150-и летних сосен это соответствует II классу бонитета. В насаждении естественного происхождения стволы поднимались лишь до 24 м, или были на 12,5 % ниже, при примерно равном диаметре стволов, что соответствовало III классу бонитета (табл. 2).

Выявлено, что в спелом возрасте насаждения искусственного и естественного происхождения отличаются и по форме кроны. Так средняя протяженность без сучковой части ствола у сосны обыкновенной в лесных культурах составляет 3,8 м, что на 50 % больше, чем у деревьев естественного происхождения. Это свидетельствует о наличии более высокой конкуренции среди деревьев данного

Таксационная характеристика деревьев сосны обыкновенной в средневозрастных насаждениях

Показатели	ВПП № 2	ВПП № 4
№ квартала/выдела	89/1	63/20
Происхождение	лесные культуры	естественное
Возраст, лет	85	90
Класс возраста	V	V
Средняя высота стволов деревьев, м	24	20
Средний диаметр ствола на 1,3 м, см	28	30
Протяженность без сучковой зоны, м	2,3	1,8
Протяженность зоны отмерших сучьев, м	18,4	16,1
Протяженность ассимиляционной части кроны, м	3,5	6,1
Класс бонитета	I	III
Относительная полнота насаждения	0,8	0,6
Запас сырораствующей древесины на 1 га, м ³	270	210

древостоя, а также о более быстром линейном росте стволов в искусственно созданных лесных насаждениях. Об этом же свидетельствует и разница в протяженности отмершей части сучьев.

В искусственном насаждении она составляет в среднем 19,4 м, а в естественном — 15,8 м что на 18,6 % меньше. Отмечалась разница и между протяженностью живой (ассимиляционной) частью кроны. Причем здесь прослеживалась обратная зависимость. Наибольшее значение данный показатель имел в естественном древостое — 6,3 м, а в насаждении, созданном лесными культурами, он равнялся 3,8 м, или был в среднем на 65, % меньше. Отсюда можно предположить, что наиболее прямой и бессучковый ствол можно получить в насаждении созданным искусственным путем.

Установлено, что к 150-и годам искусственно созданный сосновый лес способен сохранить относительную полноту древостоя в пределах 0,7 единиц и сформировать на 1 га около 366 м³ сырораствующей древесины. В естественном насаждении к этому времени относительная полнота насаждения снижалась до 0,5, а запас сырораствующей древесины не превышал 280 м³, что на 30,7 % меньше показателя первого древостоя. Анализ данных, полученных на временных пробных площадках в средневозрастных древостоях (85–90 лет) выявил аналогичные закономерности. Измерения высоты стволов одновозрастных древостоев (V класс возраста) выявили, что в искусственно созданном насаждении они поднимаются до отметки в 24 м, или на 4 метра выше, чем в естественном лесу. В соответствии с бонитероочной шкалой профессора Орлова их можно отнести к I классу бонитета. Древостой естественного леса соответ-

ствовал только III классу бонитета (табл. 3). Отмечалась и разница в диаметре стволов. В искусственном насаждении, в результате более высокой внутривидовой конкуренции, диаметр стволов был меньше и не превышал 28 см, в естественном древостое деревья стояли свободнее, они меньше затенялись и взаимно угнетались.

В результате имели больший прирост по диаметру, который равнялся 30 см, что на 7,1 % больше показателя искусственно созданного леса. О высоком ценотическом напряжении и, как следствие, повышенных темпах линейного роста, в культурах сосны свидетельствует и быстрое освобождение стволов от сучьев. Установлено, что протяженность бессучковой части соснового ствола в лесных культурах составляет 2,3 м, что на 21,7 % больше, чем у деревьев сосны естественного происхождения. Об этом же свидетельствует и разница в протяженности отмершей части сучьев. В лесных культурах она составляет 18,4 м, а в естественном насаждении 16,1 м, что на 14,3 % меньше. Имеется и разница в протяженности живой части кроны. Наибольшую ассимиляционную зону, в среднем 6,1 м имеют деревья, растущие в естественном лесу. В искусственно созданном лесу протяженность живой части кроны на 74,2 % меньше и составляет 3,5 м.

Искусственные посадки сосны обыкновенной сохраняют к V классу возраста высокую относительную полноту древостоя — 0,8 единиц и наплавают на 1 га около 270 м³ сырораствующей древесины. В равном по возрасту естественном сосновом лесу данные показатели снижаются соответственно на 33,3 % и 28,5 % и не превышают 0,6 и 210 м³. Анализ распределения деревьев сосны обыкновенной на наших временных пробных

площадках по росту и развитию, в соответствии с классификацией Крафта показал, что в естественных насаждениях в большей степени преобладают прегосподствующие и господствующие деревья I-го (47,4 %) и II-го (22,2 %) класса. В лесных культурах большинство деревьев отнесено ко II-му классу (35,5 %). Средний класс по Крафту для деревьев сосны в лесных культурах равнялся 2,4, а в естественных насаждениях составлял 2,2. Очевидно в искусственно созданном древостое острее притекают процессы взаимоотношения и конкуренции, но тем не менее большая часть деревьев сохраняет способность к существованию. В естественном древостое слабые особи уже погибли на раннем этапе развития и древостое остаются сильные экземпляры. На каждой временной пробной площадке нами оценивалось и санитарное состояние древостоев различного происхождения. Выявлено, что в естественных насаждениях здоровых деревьев сосны обыкновенной насчитывается около 31,2 %, ослабленных и сильно ослабленных соответственно 37,2 % и 16,5 %, усыхающих — 8,1 %, свежего и старого сухостоя — 4,2 и 2,8 %. Средний класс санитарного состояния равнялся 2,3. В искусственном насаждении средний класс санитарного состояния был близок к показателям естественного насаждения, с той лишь разницей, что в древостое присутствовало больше сильно ослабленных де-

ревьев — 24,7 %, но в тоже время было меньше усыхающих — 5,0 %.

Выводы. Проведенные исследования позволяют сделать такие выводы:

1. В условиях Ново-Буянского лесничества наиболее продуктивные спелые и средневозрастные сосновые насаждения формируются путем создания лесных культур. Стволы деревьев в таком насаждении в среднем на 12,5 % — 20,0 % выше, а бессучковая их часть в 1,3–2,0 раза больше, чем у сосен естественного происхождения. Запас сырорастающей древесины на 1 га в искусственных насаждениях на 28,5–30,7 % больше и достигает 270–366 м³ при относительной полноте насаждений — 0,7...0,8 и классе бонитета — I–II. В естественном насаждении класс бонитета не превышает III.

3. В естественных сосновых насаждениях лесничества в большей степени преобладают прегосподствующие и господствующие деревья I-го (47,4 %) и II-го (22,2 %) класса по Крафту. В лесных культурах (искусственные насаждения) большинство деревьев относится ко II-му классу (35,5 %) класса по Крафту.

4. Санитарное состояние древостоев сосны обыкновенной естественного и искусственного происхождения на территории лесничества находится примерно в равных значениях и оценивается в 2,2–2,3 балла с небольшим преимуществом лесных культур.

Список литературы

1. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная идентификация плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в кластерном анализе по параметрам шишек//Известия Оренбургского аграрного университета. — 2012. — № 3 (35). — С. 8–11.
2. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Комплексная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам хвои//Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2012. — № 2 (24). — С. 88–91.
3. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам семян//Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (14). — С. 3–11.
4. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по параметрам шишек//Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 06. — С. 13–16.
5. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2/332. — С. 45–52.
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по морфометрическим параметрам семян//Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2013. — № 3 (95). — С. 11–16.
7. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. — 586 с.
8. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. — 382 с.
9. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. — 368 с.

10. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Изменчивость морфометрических признаков хвои на клоновой плантации плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)//Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2017. — Том 21, № 2. — С. 198–206. DOI: 10.18699/VJ17.237
11. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Горелов А. Н. Влияние технологического режима на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной при кассетном выращивании в теплицах//Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии: Матер. Междунар. науч.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г./под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 87–93.
12. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Горелов А. Н. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной, отобранных в Нижегородской области по//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
13. 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: 10.21178/2079-6080.2022.2.18
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//Актуальные проблемы лесного комплекса/Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, 1–30 ноября 2020 г. 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. 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г./Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 60–62.
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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г./Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 72–74.
19. Троц В. Б., Троц Н. М. Лесохозяйственная характеристика естественных и искусственных насаждений сосны обыкновенной//Разнообразие и устойчивое развитие агробиоценозов Омского Прииртышья: Материалы Всероссийской (национальной) конференции. — Омск, 2022. — 208–213.
20. Троц В. Б., Троц Н. М. Особенности насаждений сосны обыкновенной в условиях Красноярского лесничества//Управление земельными ресурсами, землеустройство, кадастр, геодезия и картография. Проблемы и перспективы развития. Материалы Всероссийской науч.-практической конференции с межд. участием. — Якутск, 2021. — С. 405–411.
21. Официальный сайт Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей... [Электронный ресурс]: — Режим доступа: priroda.samregion.ru (дата обращения 10.10.2022 г.).
22. Лесохозяйственный регламент Сергиевского лесничества, от 31 июля 2018 года № 405. — Самара, 2018. — 244 с.
23. Лес. Типы, виды и классификация лесов [Электронный ресурс]: — Режим доступа: extxe.com/15639/les-tipy-vidy-i-kl.. (дата обращения 22.10.2022 г.).
24. ОСТ 56–69–83 Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. [Электронный ресурс]: Режим доступа: 1bm.ru/techdocs/kgs/ost/1169/info/... (дата обращения 11.10.2022 г.).
25. Наставление по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации [Электронный ресурс]: Режим доступа: docs.cntd.ru/document/9013525 (дата обращения 16.10.2022 г.).
26. Справочник таксатора: таблицы для таксации леса/Н. В. Третьяков/[Электронный ресурс]: Режим доступа: rusneb.ru/catalog/002072_000044_AR... (дата обращения 20.10.2022 г.).
27. Определение санитарного состояния насаждений [Электронный ресурс]: Режим доступа: studopedia.org/11-97769.html (дата обращения 21.10.2022 г.).

Информация об авторах

ТРОЦ Василий Борисович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Землеустройство и лесное дело», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет», г. Кинель. Область научных интересов — лесомелиорация, искусственное лесовосстановление, лесоводство. Автор 350 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0214-3529>. E-mail: dr.troz@mail.ru

ТРОЦ Наталья Михайловна — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агрохимия, почвоведение и агроэкология», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет», г. Кинель. Область научных интересов — агроэкология, мелиорация и рекультивация почв, лесомелиорация. Автор 150 научных публикаций. ORCID <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>. E-mail: troz_shi@mail.ru

FORESTRY ASSESSMENT OF STANDS OF SCOTS PINE IN THE CONDITIONS OF NOVO-BUYANSKY FORESTRY

V. B. Trots, N. M. Trots
Samara State Agrarian University

Annotation. The article presents data from experiments conducted in the forests of the Novobuyansky district forestry showing that the most productive ripe and middle-aged pine forests were formed by creating forest crops. The supply of raw-growing wood in them is 28.5–30.7 % more than in natural planting and reaches 270–366 m³/ha with a relative completeness of plantings — 0.7–0.8 and a class of bonitet I–II. Natural pine plantations are dominated by dominant and dominant trees of the I-th and II-th class in Crafting. In forest cultures, most trees belong to Class II. The sanitary condition of stands of scots pine of natural and artificial origin is approximately equal and is estimated at 2.2–2.3 points with a slight advantage of forest crops.

Keywords: common pine, stand, forest crops, trunk, wood stock.

УДК 632.53

ПРОДУКТИВНОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В РАЗЛИЧНЫХ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

В. Б. Троц, Н. М. Троц

Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель Самарской области, Россия

Аннотация. В статье приводятся данные экспериментов, проведенных в лесах Исаклинского участкового лесничества Самарской области показывающие, что наиболее продуктивные, высоко полнотные искусственные древостои сосны обыкновенной с классом бонитета I, формируются в лесорастительных условиях Д₂, при этом сохранность деревьев в них составляет 62,0 %. Посадка семян сосны обыкновенной в лесорастительных условиях С₂ снижает класс бонитета древостоя — до II, а ее размещение в условиях ряда В₂, — до III класса. Максимальное количество деловой древесины, около 56,8 % от общего запаса, можно получить только в древостоях произрастающих в лесорастительных условиях Д₂.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, запас древесины, ствол, лесничество, лесорастительные условия.

Введение. Основными лесообразующими породами Исаклинского участкового лесничества Самарской области являются дуб черешчатый, липа мелколистная, клен остролистный, береза повислая, осина обыкновенная и другие листопадные древесные и кустарниковые виды, произрастающие на выщелоченных черноземах и серых лесных почвах. Они хорошо адаптированы к конкретным почвенно-климатическим и лесорастительным условиям, успешно возобновляются естественным путем и способны образовывать устойчивые и достаточно продуктивные сообщества. Именно на эти древесные породы ориентируются местные лесоводы при проведении мероприятий по лесовосстановлению и лесоразведению. Но наряду с аборигенными видами в лесничестве достаточно много высаживается и семян сосны обыкновенной, ранее не произрастающей на этой территории. Причем с каждым годом площади ее посадок увеличиваются. С лесохозяйственной позиции интродукция сосны обыкновенной в леса региона весьма целесообразна и экономически оправдана,

что соответствует представлениям о перспективности создания её лесных культур стандартными сеянцами [11,14,17,18]. Поскольку эта древесная порода имеет быстрые темпы роста, она способна за относительно короткое время создавать сравнительно большой запас ценной древесины [26], при этом обладает выраженной биологической пластичностью и достаточным адаптационным потенциалом [5–10]. Однако, в условиях лесничества искусственные насаждения сосны обыкновенной не всегда отличаются высокой продуктивностью и экологической устойчивостью. По мнению многих лесоводов, причиной этому может быть не удачное размещение сосновых посадок в ландшафтах и их закладка без учета основных биологических особенностей вида [20,27]. В сложившейся ситуации можно признать целесообразными его многосторонние исследования [1–5,12–16].

Цель исследования — выявить особенностей роста и развития насаждений сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), созданных лесными куль-

турами в различных условиях Иса克林ского участкового лесничества.

Объекты, условия и методы. Исследования проводились в лесных культурах, заложенных в различных лесорастительных условиях Иса克林ского участкового лесничества расположенного в северо-восточной части Сергиевского лесничества ГКУ СО «Самарские лесничества». Климат территории лесничества отличается резко выраженной континентальностью с возможной амплитудой колебания температур летом от $+40^{\circ}\text{C}$ до -45°C — зимой, при этом среднегодовая температура воздуха составляет $+2,9^{\circ}\text{C}$. Зона расположения лесничества — типичная лесостепь, со свойственным ей ландшафтом, представленным значительными открытыми пространствами и массивами широколиственных лесов. Среднегодовая сумма выпадающей атмосферной влаги равна 480–500 мм, причем за вегетационный период ее количество равно 250–290 мм. Продолжительность безморозного периода составляет 136–143 дней. Рельеф местности увалисто-равнинный со значительными понижениями и достаточно высокими холмистыми гривами, что характерно для Бугульмино-Белебеевской возвышенности [19,22]. Объектами исследований являлись одновозрастные насаждения сосны обыкновенной, созданные лесными культурами в лесорастительных условиях: B_2 , C_2 , D_2 . Для выявления биометрических параметров древостоев нами в каждом из выбранных насаждений в соответствии с существующими методическими указаниями [23] были заложены временные пробные площадки (ВПП). Их размер равнялся 50 м × 100 м, что позволяло обследовать не менее 200 стволов главной породы.

ВПП № 1 находилась в квартале № 21, выдел № 16, площадь выдела 3,6 га. Состав древостоя имел формулу 10С и был создан чистыми культурами сосны обыкновенной в 1973 году. Тип леса — Сосняк злаковый (СЗ). Тип лесорастительных условий — B_2 . Подрост и подлесок отсутствует. Возраст насаждения — 48 лет. Санитарное состояние удовлетворительное. Живой напочвенный покров представлен злаковыми травами и разнотравьем. Почва — серая лесная среднесуглинистая. Рельеф местности имел северо-восточный склон крутизной около 7° .

ВПП № 2 располагалась в этом же квартале, выдел № 22, площадь выдела 1,7 га. Формула состава древостоя 10С, он создавался чистыми культурами в 1974 году. Тип леса — Сосняк травяной

(СТР). Тип лесорастительных условий — C_2 . Подрост и подлесок отсутствует. Возраст насаждения 47 лет. Санитарное состояние удовлетворительное. Живой напочвенный покров представлен многочисленными видами разных трав. Почва — серая лесная среднесуглинистая. Рельеф имел юго-западный склон крутизной около 8° .

ВПП № 3 закладывалась в квартале № 20, выдел № 12, площадь выдела 0,8 га. Насаждение создавалось в 1976 году посадкой чистых культур сосны обыкновенной. Тип леса — Сосняк злаково-ракетниковый (СЗР). Тип лесорастительных условий — D_2 . Подрост отсутствует. Возраст древостоя — 45 лет. Санитарное состояние удовлетворительное. Живой напочвенный покров представлен различными злаками, крапивой. Почва — серая лесная среднесуглинистая. Рельеф местности ровный.

Посадка семян сосны обыкновенной во всех исследуемых насаждениях проводилась по бороздам с расстояниями по их центру 3 м и шагом посадки 0,75 м. Расположение культур — рядами. Для проведения таксационных измерений деревьев нами использовались рабочие приборы и инструменты, имеющиеся в лесничестве: мерная вилка Никонова; полнотомер Биттерлиха; высотомер-краномер ВК-1. Работы выполнялись в соответствии с Наставлениям по отводу и таксации лесосек (1993). Пересчет полученных сумм площадей поперечных сечений стволов выполнялся по стандартным справочным таксационным таблицам Н. В. Третьякова. С помощью таксационных таблиц определялся и запас древесины в пересчете на 1 га [21,25].

Результаты и обсуждения. Проведенные исследования выявили, что практически одновозрастные древостои сосны обыкновенной, произрастающие на почвах разного уровня плодородия, имеют различные темпы роста и накопления сырой растущей древесины на 1 га. Измерения высоты стволов сосен, расположенных в лесорастительных условиях B_2 , показали, что они в среднем поднимаются до отметки в 12 м, а их диаметр равен 13 см. В соответствии с бонитерочной таблицей профессора М. М. Орлова [24] это соответствует только III классу бонитета (табл. 1). Очевидно, в данных лесорастительных условиях развитие древесного вида в первую очередь сдерживается уровнем плодородия почвы, и даже не смотря на высокую экологическую пластичность, на бедных среднегумусированных суглинистых почвах сосна обыкновенная испытывает дефицит ос-

Таксационные показатели насаждений сосны обыкновенной

Показатели	Лесорастительные условия		
	B_2	C_2	D_2
Густота посадки лесных культур, шт./га	4444	4444	4444
Возраст насаждения, лет	48	47	45
Класс возраста	III	III	III
Средняя высота ствола, м	12	14	16
Средний диаметр ствола, см	13	15	18
Класс бонитета	III	II	I
Относительная полнота насаждения	0,6	0,7	0,9
Густота стояния на дату подсчета, шт./га	1937	2470	2755
Сохранность, %	43,6	55,6	62,0
Запас сырораствующей древесины, м ³ /га	190	255	290

новых биогенных минеральных элементов. При этом полнота насаждения снижается до 0,6 единиц, а густота стояния деревьев составляет не более 1937 шт. на 1 га, что составляет лишь 43,6 % от первоначальной плотности посадки. Запас сырораствующей древесины в таком древостое не превышает 190 м³/га.

Размещение посадок сосны обыкновенной на относительно богатых гумусированных суглинистых почвах (C_2) при точно таком же режиме увлажнения (свежий) увеличивает высоту стволов в среднем на 16,6 % — до 16 м, а диаметр стволов на 15,3 % — до 15 см. Класс бонитета насаждения повышается до II, а его относительная полнота — до 0,7. Сохранность деревьев в этих лесорастительных условиях достигает 55,6 % от первоначальной густоты посадки, что на 27,5 % выше условий B_2 . Запас сырораствующей древесины равен 255 м³/га, это в среднем на 34,2 % больше значений условий B_2 .

Экспериментами установлено, что сосна обыкновенная хорошо отзывается на повышение плодородия почвы. Размещая ее искусственные насаждения в лесорастительных условиях с хорошо гумусированными суглинистыми и глинистыми почвами (D_2) можно добиться получения древостоя I класса бонитета с относительной полнотой насаждения 0,9. При этом сохранность деревьев составляет около 62,0 %, а их густота стояния на 1 га равна 2755 шт., что на 42,2 % больше индекса условий B_2 и на 11,5 % условий C_2 . Запас сырораствующей древесины в таком сосняке равен 290 м³/га, это соответственно на 52,6 % и 13,7 % больше значений условий B_2 и C_2 .

С целью денежной оценки имеющегося запаса древесины в изучаемых насаждениях нами был проведен сплошной пересчет деревьев сосны

обыкновенной, произрастающих на временных пробных площадках разных лесорастительных условий B_2 , C_2 и D_2 с заполнением соответствующей ведомости перечета и определением ступени толщины стволов. Далее с помощью сортиментных таблиц для лесов Самарской области найдено количество деловой древесины (м³), в том числе крупной, средней и мелкой. Также установлено количество дровяной древесины в м³ в каждом изучаемом насаждении. Затем на основе ставок платы за единицу объема лесных ресурсов, определенных Постановлением Правительства Самарской области № 77 от 08.07.2017 г. рассчитаны запасы сырораствующей древесины в денежном измерении. При этом стоимость 1 м³ крупной деловой сосновой древесины оценивалась в 392 руб., средней — 280 руб. и мелкой 141 руб. Дровяная древесина имеет минимальную цену — 10 руб.

Анализ полученных данных показал, что выход деловой сосновой древесины в изучаемых древостоях составляет около 48,0–56,8 %, или в среднем 93–165 м³/га. При этом максимальное ее количество находилось в древостоях сформировавшихся на плодородных почвах со свежим режимом увлажнения D_2 (табл. 2).

Ее стоимость равнялась 43,9 тыс. руб./га. При стоимости всего имеющегося запаса в 290 м³–45,1 тыс. руб./га. Данные лесорастительные условия позволяли получать почти 55 м³/га крупной деловой древесины на сумму 21,5 тыс. руб./га и 50 м³/га — средней, стоимостью 14,0 тыс. руб./га.

Продвижение культур сосны обыкновенной на менее плодородные но еще относительно богатые гумусом супесчаные с глинистыми прослойками почвы с по-прежнему благоприятным режимом увлажнения (ряд C_2) снижало выход деловой древесины, по сравнению с насаждениями ряда

Стоимость сосновой древесины, на 1 га

Лесорастительные условия	Деловая древесина						Дровяная древесина (в коре)		Всего	
	крупная		средняя		мелкая		м³	тыс.руб.	м³	тыс.руб.
	м³	тыс.руб.	м³	тыс.руб.	м³	тыс.руб.				
B ₂	30	11,7	29	8,1	34	4,7	97	1,0	190	25,5
C ₂	46	18,0	44	12,3	48	6,8	117	1,2	255	38,3
D ₂	55	21,5	50	14,0	60	8,4	125	1,2	290	45,1

D₂, в среднем на 19,5 % — до 138 м³/га. В денежном выражении данный показатель оценивался в 37,2 тыс. руб./га. Это было в среднем на 6,7 тыс. руб./га или 18,0 % меньше индекса насаждения лесорастительных условий D₂. Весь объём имеющейся древесины оценивался в 38,3 тыс. руб./га, что на 17,7 % меньше значений первого древостоя.

Размещение посадок сосны обыкновенной на относительно бедных среднегумусированных песчаных с прослойками супеси почвах, а также супесчаных и легкосуглинистых почвах небольшой мощности с (ряд B₂) ведет к еще большему снижению продуктивности древостоя. В нашем случае запас древесины в этом насаждении был равен 190 м³/га, что соответственно было на 52,6 % и 34,2 % меньше показателей древостоев, произрастающих в лесорастительных условиях ряда D₂ и ряда C₂. Стоимость всей имеющейся древесины оценивалась в 25,5 тыс. руб./га. При этом на деловую древесину приходилось 24,5 тыс. руб./га, а ее количество равнялось 93 м³/га, что в среднем на 77,4 % меньше индекса древостоя ряда D₂ и на 45,2 % — ряда C₂.

Выводы. Проведенные исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Наиболее высокие древостои с классом бонитета I, относительной полнотой 0,9 и запасом

сырораствующей древесины на 1 га около 290 м³ в условиях Исаклинского участкового лесничества формируют искусственные насаждения сосны обыкновенной III класса возраста, размещенные в лесорастительных условиях D₂. Сохранность деревьев в них составляет 62,0 %.

2. Посадка сеянцев сосны обыкновенной в лесорастительных условиях C₂ снижает класс бонитета древостоя — до II, сохранность деревьев — до 55,6 %, а запас сырораствующей древесины — до 255 м³/га.

3. Размещая сеянцы сосны обыкновенной на малоплодородных почвах лесорастительных условий B₂, следует учитывать, что в возрасте 48 лет насаждение будет иметь III класс бонитета с относительной полнотой 0,6 и запасом сырораствующей древесины около 190 м³/га. К этому времени в древостое остается не более 43,6 % от числа высаженных деревьев.

4. Максимальное количество деловой древесины, около 56,8 % от общего запаса, находилось в древостоях сформировавшихся лесорастительных условиях D₂. Ее стоимость равнялась 43,9 тыс. руб./га. При стоимости всего имеющегося запаса в 290 м³–45,1 тыс. руб./га. Минимальную денежную выручку, соответственно 24,5 тыс. руб./га и 25,5 тыс. руб./га, обеспечивал древостой ряда B₂.

Список литературы

- Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная идентификация плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в кластерном анализе по параметрам шишек//Известия Оренбургского аграрного университета. — 2012. — № 3 (35). — С. 8–11.
- Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Комплексная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам хвои//Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2012. — № 2 (24). — С. 88–91.
- Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам семян//Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (14). — С. 3–11.
- Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по параметрам шишек//Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 06. — С. 13–16.
- Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной//Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2/332. — С. 45–52.
- Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по морфометрическим параметрам семян//Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2013. — № 3 (95). — С. 11–16.

7. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. — 586 с.
8. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. — 382 с.
9. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. — 368 с.
10. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Изменчивость морфометрических признаков хвои на клоновой плантации плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)//Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2017. — Том 21, № 2. — С. 198–206. DOI: 10.18699/VJ17.237
11. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Горелов А. Н. Влияние технологического режима на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной при кассетном выращивании в теплицах//Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии: Матер. Междунар. науч.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г./под общ. ред. Н.Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 87–93.
12. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Горелов А. Н. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной, отобранных в Нижегородской области по//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
13. 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: 10.21178/2079-6080.2022.2.18
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//Актуальные проблемы лесного комплекса: Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, 1–30 ноября 2020 г. 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. 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г./Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 60–62.
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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г./Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 72–74.
19. Лесохозяйственный регламент Сергиевского лесничества от 31 июля 2018 года № 405. — Самара, 2018. — 244 с.
20. Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей среды и природопользования Самарской области [Электронный ресурс]: — Режим доступа: samregion.ru/authorities/. (дата обращения 18.10.2022 г.).
21. Наставление по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации [Электронный ресурс]: — Режим доступа: docs.cntd.ru/document/9013525 (дата обращения 16.10.2022 г.).
22. Официальный сайт Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей и природопользования Самарской области [Электронный ресурс]: — Режим доступа: priroda.samregion.ru (дата обращения 10.10.2022 г.).
23. ОСТ 56–69–83 Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: 1bm.ru/techdocs/kgs/ost/1169/info/. (дата обращения 11.10.2022 г.).
24. Таблица Орлова для определения бонитета [Электронный ресурс]: — Режим доступа: muzeipirat.ru/tablitso-orlova-dlya. (дата обращения 20.10.2022 г.).
25. Третьяков Н. В. Справочник таксатора: таблицы для таксации леса [Электронный ресурс]: — Режим доступа: rusneb.ru/catalog/002072_000044_AR. (дата обращения 20.10.2022 г.).
26. Троц В. Б., Троц Н. М. Защитные насаждения сосны обыкновенной национального парка «Бузулукский бор»//Биотехнологические приемы производства и переработки сельскохозяйственной продукции. Материалы Всероссийской (национальной) науч.- практической конференции. — Курск, 2021. Ч. 2. — С. 249–255.
27. Троц В. Б., Троц Н. М. Товарная структура древостоев сосны обыкновенной в Бузулукском лесничестве//Наука и образование; опыт, проблемы, перспективы развития. Матер. междунар. науч.-практ. конференции. — Красноярск, 2021. Ч. 2. Т. 1. — С. 395–398.

Информация об авторах

ТРОЦ Василий Борисович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Землеустройство и лесное дело», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет», г. Кинель. Область научных интересов — лесомелиорация, искусственное лесовосстановление, лесоводство. Автор 350 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0214-3529>. e-mail: dr.troz@mail.ru.

ТРОЦ Наталья Михайловна — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агрохимия, почвоведение и агроэкология», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет», г. Кинель. Область научных интересов — агроэкология, мелиорация и рекультивация почв, лесомелиорация. Автор 150 научных публикаций. ORCID <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>. e-mail: troz_shi@mail.ru.

PRODUCTIVITY OF STANDS OF SCOTS PINE IN VARIOUS FOREST GROWING CONDITIONS

V. B. Trots, N. M. Trots

Samara State Agrarian University

Annotation. The article presents data from experiments conducted in the forests of the Isakli district forestry of the Samara region showing that the most productive, highly complete artificial stands of scots pine with a class of bonity I are formed in forest-growing conditions D_2 , while the preservation of trees in them is 62.0%. Planting seedlings of scots pine in forest-growing conditions C_2 reduces the bonitet class of the stand to II, and its placement in the conditions of a number B_2 , to III class. The maximum amount of business wood, about 56.8% of the total stock, can be obtained only in stands growing in forest-growing conditions D_2 .

Keywords: common pine, wood stock, trunk, forestry, forest growing conditions.

УДК 630.561.3:582.685.4

АПРОБАЦИЯ МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЯ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ (*TILIA CORDATA* MILL.)

В. В. Ябердина, А. К. Габделхаков

Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты построения алгоритма обработки кернов древесины с целью получения информации о радиальном годичном приросте для липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.). Обработанные образцы кернов сканировались (1200 dpi) и изображения подвергались фильтрации в ГИС «Панорама». Это позволило улучшить качество изображений и создать растровую карту, где производилась фиксация границ ранней весенней и поздней летней древесины. Использование программы повышает удобство работы, многократно упрощает измерения, повышает их точность, сокращается рабочее время обработки кернов по получению информации. Предложенный алгоритм измерения годичного радиального прироста подтвердил свою эффективность для липы мелколистной.

Ключевые слова: ширина годичного кольца, радиальный прирост, текущий годичный прирост, статистические показатели, липа мелколистная, Республика Башкортостан

Введение. Липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) относится к видам с рассеянно-сосудистой (диффузно-пористой) древесиной [6]. Годичные кольца у таких деревьев плохо видны не вооруженным глазом, исследования довольно сложны — трудно четко идентифицировать их кольцевые узоры [3,5], однако изучение таких видов также важно, как и кольце-сосудистых. При определении годичных колец у таких древесных видов нужны более трудоемкие процессы [2]. Поэтому в литературе исследования радиального прироста липы мелколистной малочисленны и направлены на изучение гидравлической проводимости

ксилемы в стволах [6], дендрохронологии [4], дендроклиматологическому анализу [1,7]. Несмотря на значительную распространенность древостоев липы в Республике Башкортостан, исследований радиального прироста здесь отсутствуют. Это определило **цель нашего исследования** — апробация методики измерения ширины годичного радиального прироста липы мелколистной.

Объекты, условия и методы. В качестве объектов исследования использованы три древостоя липы в Дмитриевском участковом лесничестве Уфимского лесничества. Древостои липы относятся к разным возрастным классам (средневоз-

Таксационные показатели исследованных древостоев липы

Возраст, лет	Состав	Средние		Класс бонитета	Число стволов, экз.га ⁻¹	Сумма площадей сечений, м ² га ⁻¹	Полнота	Запас, м ³ га ⁻¹
		высота, м	диаметр, см					
30	9ЛП10С+В, КЛ	14	12	II	2156	25,56	0,8	181
85	10ЛП+ДН	20	26	III	749	40,91	0,7	388
100	9ЛП1КЛ+В	22	32	III	530	33,79	0,8	326

растные, спелые и перестойные) и бонитетам, с небольшим участием дуба, вяза, клена и осины (табл. 1).

В июле 2022 года возрастным буровым Haglof (Швеция) на высоте 1,3 м от земли с юго-восточной стороны было взято с разных по толщине деревьев 40 кернов на каждой пробной площади. Сверление производилось строго перпендикулярно к продольной оси дерева так, чтобы бур проходил через сердцевину. Не брались керны с больных и поврежденных деревьев.

Обработка кернов производилась в следующей последовательности. Поверхность предварительно надрезалась бритвой и подвергалась шлифовке наждачной бумагой. Для лучшей визуализации структуры годовичных радиальных приростов перед сканированием осуществлялась пропитка кернов косметическим кокосовым маслом. Подготовленный таким образом материал сканировали в разрешении 1200 dpi (пикселях на дюйм) с помощью многофункционального устройства (HP DeskJet 2130) в масштабе 1:1000 и получали цифровой снимок в формате jpeg.

Дальнейшая работа со снимками осуществлялась в профессиональной ГИС «Панорама» (версия 14.4.0.73, для платформы «x64»). Снимок jpeg формата с помощью ГИС преобразовывается в растровую карту. Далее в «ГИС Карта» создается план, в который добавляется растровая карта с изображением кернов. Для прорисовки векторных объектов нужно открыть «Задачи/Редактор растра», а также открыть панель инструментов «Задачи/Редактор карты», где выбирается кнопка «Создание объекта». Открывается окно «Создание нового объекта карты», где устанавливаются следующие параметры: «Локализация» — выбираем линейные; «Слои» — границы и ограждения, «Список объектов» — границы территорий (сплошн.), «Способ нанесения объекта» — произвольный контур, «Выбор». Далее на керне прочерчивается ось перпендикулярно годовичным слоям от начала коры до сердцевины или до конца керна древесины, учитывая

кривизну керна. Затем точками, из панели инструментов «Задачи/Редактор карты/Точка/Создание точки», в местах пересечения оси с годовичными слоями отмечают годовичные приросты от начала ранней до конца поздней древесины, от коры к сердцевине. Для того чтобы точки были видны, необходимо выбрать меню «Вид/Вид карты/Нормальный с узлами». После нанесения всех точек на объект электронной карты, в данном случае линейный объект, получается окончательный вариант описания керна ломаной линией с отчетливо установленными границами от начала ранней до поздней древесины. Затем наводится курсор на данный объект электронной карты, при условии режима просмотра объектов электронной карты, и левой клавишей мыши, выводится окно «Выбор объекта — керн» с семантическим его описанием, где во вкладке «Метрика» представлено координатное описание положения точек ломаной линии, характеризующей границы от ранней до поздней древесины. Для получения значений ширины годовичных колец на керне древесины нужно навести курсор на окно «Выбор объекта — керн» и при помощи щелчка правой клавиши мыши открыть подменю с командами по дальнейшей обработке, где, выбрав «Сохранить как», производится сохранение данных местоположения точек ломаной линии в виде текстового файла. Текстовый файл представляет собой журнал координат X, Y с вычисленными расстояниями между точками от периферии к центру и углом наклона каждого годовичного слоя. Для верификации ширины каждого годовичного кольца, сканировали простейшее средство измерений — масштабную линейку и проделали такую же работу, как с кернами. Данные радиального прироста обработаны стандартными методами вариационной статистики в компьютерной программе Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Способ подготовки таким методом кернов липы мелколистной позволил значительно улучшить видимость границ ранней весенней и поздней летней древеси-

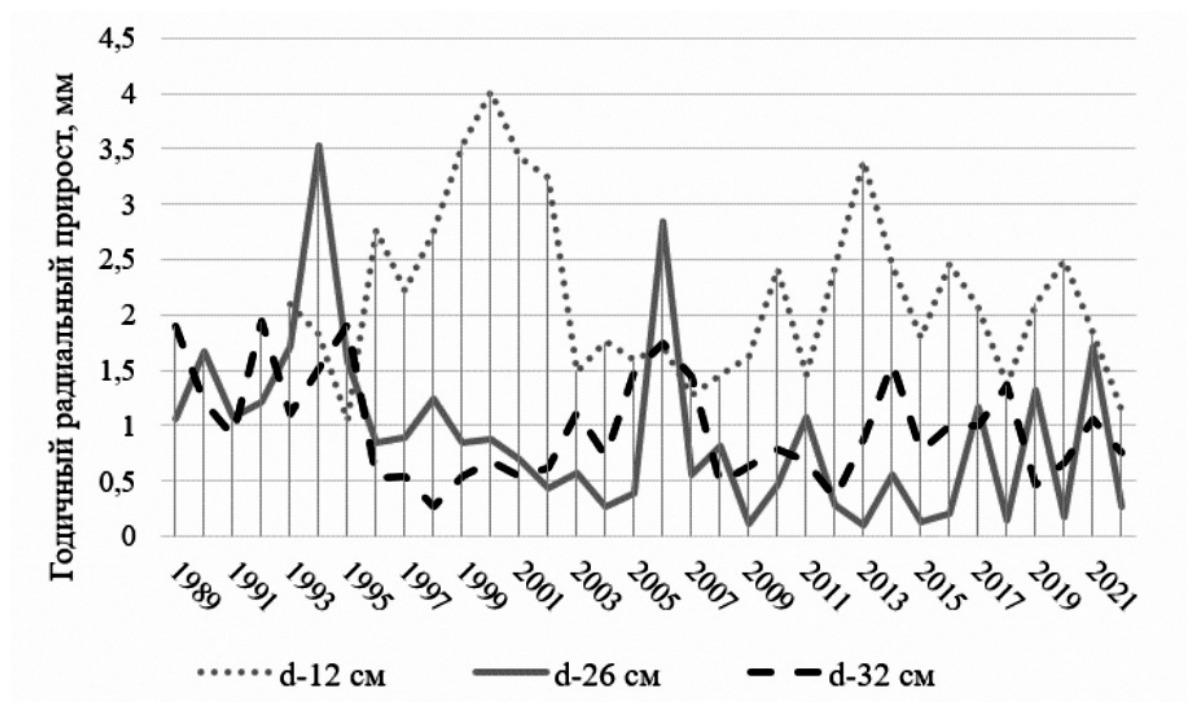


Рисунок — Значения годовых радиальных приростов для средних по диаметрам деревьев липы

Таблица 2

Значения статистических показателей радиального прироста стволов в средних значениях

Возраст древостоев, лет	$\bar{X}$, мм	$\pm m_t$, мм	$X_{\min}$, мм	$X_{\max}$, мм	S , мм	CV , %	Cs , %
30	1,79	0,04	0,09	4,26	0,82	46	1,2
85	1,27	0,04	0,05	4,21	0,74	58	1,6
100	1,28	0,04	0,05	4,31	0,72	56	1,5

Примечания. $\bar{X}$ — среднее арифметическое значение; $X_{\min}$ — минимальное значение; $X_{\max}$ — максимальное значение; S — стандартное отклонение; Cv — коэффициент вариации; Cs — точность опыта

ны. Это обеспечило получение при сканировании более четких изображений в цифровом формате. Дальнейшая фильтрация способствует улучшению качества анализируемых изображений. Ручная фиксация границ годовых радиальных приростов на таких обработанных изображениях с помощью программного продукта ГИС «Панорама» удобна, многократно упрощает измерения, повышается их точность, сокращается рабочее время обработки кернов по получению информации. Полученные таким методом данные радиальных годовых приростов исследованных деревьев (123 экз.) сведены в табличную форму в виде базы данных. В данной статье предварительно проанализированы керны только трех средних по диаметрам (d) деревьев (рисунок и таблица 2).

Анализ исходного материала показал, что средняя ширина годовых колец широко варьирует — коэффициент вариации находится в пределах 46–58 %. При этом абсолютные значения ширины радиального прироста изменяются от 0,05 мм до 4,31 мм. При этом среднее значение ширины радиального прироста 30-летнего древостоя выше спелого и перестойного, которые, в свою очередь, практически одинаковы. Точность опыта высокая.

Выводы. Методика, описанная в статье, проста в исполнении и позволяет получить достоверные результаты. Составленная база данных радиальных приростов трех древостоев являются основой для дальнейшей работы. В целом предложенный алгоритм измерения годового радиального прироста подтвердил свою эффективность для липы мелколистной.

Список литературы

1. Кузнецова Р. С., Костина Н. В. Оценка влияния климатических факторов на прирост липы//Известия Самарского научного центра РАН. 2010, т. 12, № 1 (3). С. 730–733.
2. Румянцев Д. Е., Фролова В. А., Денисова Н. Б. Результаты дендрохронологических исследований в древостоях березы на территории Домодедовского лесничества Московской области//Успехи современного естествознания, 2019, № 3. С. 25–33.
3. Barniak J., Malgorzata D., Fabijanska A. (2016). Mozliwosci zastosowania metod analizy obrazu w pomiarach dendrochronologicznych. Studia i Materialy Centrum Edukacji Przyrodniczo-Lesnej w Rogowie. R. 18 z. 48, s. 161–165.
4. Barniak J., Wilczynski S., Krapiec M. (2014). Dendrochronologia lipy drobnolistnej (*Tilia cordata* Mill.) z południowej Polski. Studia i Materialy Centrum Edukacji Przyrodniczo-Lesnej w Rogowie. 40. S. 74–80.
5. Bernabei M., Pollini C. (2006). Nota dendrocronologica sui tigli di S. Lugano (Bolzano, Italia). L'italia Forestale E Montana. 133–145. DOI:10.4129/IFM.2006.2.03.
6. Gebauer T., Horna V., Leuschner C. (2008). Variability in radial sap flux density patterns and sapwood area among seven co-occurring temperate broad-leaved tree species. Tree physiology, 28 (12), 1821–1830. DOI:10.1093/treephys/28.12.1821
7. Moir A. K., Leroy S. A. G. (2013). The dendrochronological potential of lime (*Tilia* spp.) from trees at Hampton Court Palace, UK, Arboricultural Journal: The International Journal of Urban Forestry. DOI:10.1080/03071375.2013.783173

Информация об авторах

ЯБЕРДИНА Вероника Владимировна — магистрант второго года обучения направления подготовки 35.04.01 Лесное дело, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия. Область научных интересов — Лесная таксация, прирост леса. Соавтор двух научных публикаций. E-mail: nika.yaberdina.98@mail.ru

ГАБДЕЛХАКОВ Айдар Кавилович — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна, Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа. Область научных интересов — таксация леса, рост, продуктивность насаждений. Автор более 70 научных работ. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-7129-880X>. E-mail: aliya201199@mail.ru

APPROBATION OF THE METHODOLOGY FOR DETERMINING THE RADIAL GROWTH OF SMALL-LEAVED LINDEN (*TILIA CORDATA* MILL.)

V. V. Yaberdina, A. K. Gabdelkhakov

Bashkir State Agrarian University, Ufa, Russia

Abstract. The paper presents the results of an algorithm for processing wood cores in order to obtain information about the radial annual growth for small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.). The processed core samples were scanned (1200 dpi) and the images were filtered in the GIS «Panorama». This made it possible to improve the quality of images. Next, a raster map was created, where the boundaries of early spring and late summer wood were fixed. The use of the program increases the convenience of work, greatly simplifies measurements, increases their accuracy, reduces the working time of core processing to obtain information. The proposed algorithm for measuring the annual radial growth has confirmed its effectiveness for small-leaved linden.

Keywords: tree-ring width, stem radial increment, current annual increment, statistical indicators, small-leaved Linden, Republic of Bashkortostan

УДК 630*232

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ ТРИПЛОИДНЫХ ФОРМ ОСИНЫ В КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. С. Багаев¹, А. И. Чудецкий¹, С. С. Макаров^{1,2}

¹Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция»

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова

Аннотация. Представлены результаты многолетнего изучения быстрорастущих триплоидных клонов осины в генетическом резервате в Шарьинском районе Костромской области. В оптимальных лесорастительных условиях триплоидные клоны значительно превышают диплоидные по скорости роста и продуктивности. Приведена лесоводственно-таксационная характеристика триплоидных клонов осины. Представлены данные устойчивости триплоидных форм осины к стволовой гнили: до 50-летнего возраста зараженность стволовой гнилью не превышает 10 % от количества деревьев. Отмечено высокое качество древесины триплоидных форм (хорошая очищаемость стволов от сучьев, большая плотность древесины) по сравнению с обычными диплоидными формами осины. Обозначены перспективы использования триплоидных клонов осины в генетическом резервате для закладки короткооборотных лесосырьевых плантаций в зоне деятельности современных предприятий лесопромышленного комплекса.

Ключевые слова: триплоидная осина, клон, генетический резерват, рост, продуктивность, устойчивость.

Введение. Переход лесного хозяйства России на интенсивную модель развития должен сопровождаться организацией промышленного производства древесины на лесных плантациях повышенной продуктивности с коротким циклом ротации и использованием современных достижений биотехнологии [6,8]. Ускоренное выращивание древесины на специальных целевых плантациях является одним из эффективных путей создания надежной лесосырьевой базы для химической, механической и энергетической переработки древесины. Одной из перспективных пород — продуцентов сырья и биотоплива — для плантационного выращивания в Центральной части России является осина (*Populus tremula* L.). Это одна из самых быстрорастущих древесных пород, спрос на древесину которой возрастает с внедрением современных технологий глубокой переработки древесины [7]. Для закладки лесосырьевых плантаций наиболее перспективны триплоидные формы осины, имеющие в соматических клетках тройной набор хромосом и отличающиеся быстрым ростом, высоким качеством древесины и устойчивостью к стволовой гнили. В сравнении с обычными диплоидными формами

триплоидная осина характеризуется увеличенным размером клеток различных тканей, в том числе волокон либриформа, высокой продуктивностью вегетативной массы и высоким качеством древесины. В Костромской области произрастают уникальные по продуктивности триплоидные формы осины (*Populus tremula gigas*), впервые в России отобранные в Шарьинском лесничестве Костромской области академиком ВАСХНИЛ А. С. Яблоковым в 1938 г. [10–12]. В целях сохранения и воспроизводства ценного генофонда триплоидных клонов осины в местах их естественного произрастания в Шарьинском районе Костромской области в 1989 г. был организован генетический резерват исполинской осины на площади 136,6 га.

Цель исследований — установить динамику роста, продуктивности и санитарного состояния насаждений быстрорастущих триплоидных форм осины в генетическом резервате исполинской осины в Костромской области, обосновать их хозяйственную ценность как целевых форм для закладки лесосырьевых плантаций в зоне деятельности современных предприятий лесопромышленного комплекса.

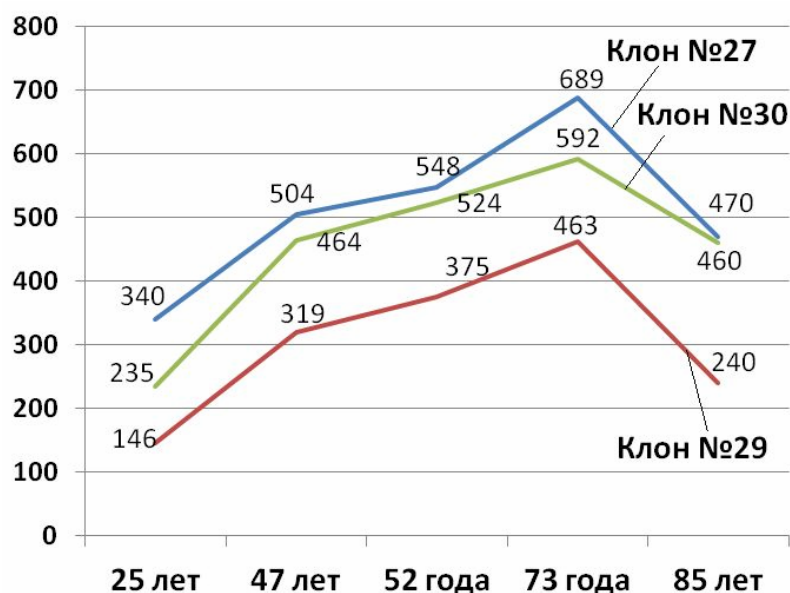


Рисунок — Динамика запасов триплоидных клонов осины в генетическом резервате в Костромской области

Объекты, условия и методы. Исследования проводились в генетическом резервате исполинской осины в кв. 138 и 139 Шекшемского участкового лесничества ОГКУ «Шарьинское лесничество» Костромской области, в южно-таежном лесном районе европейской части России. Триплоидные клоны произрастают в оптимальных почвенно-экологических условиях: тип лесорастительных условий — C_3 ; группа типов леса — кислично-широколистная; почвы — дерново-подзолистые, среднесуглинистые. На постоянных пробных площадях производился сплошной пересчет деревьев с последующим определением таксационных показателей по общепринятой методике. Описание форм осины, определение ее зараженности стволовой гнилью, вызываемой ложным осиновым трутовиком (*Phellinus tremulae* Bond (Bond et Boriss)), проводились по методике ВНИИЛМ [9]. Таксационная характеристика и санитарное состояние быстрорастущих триплоидных клонов сравнивались с аналогичными показателями обычных, контрольных диплоидных клонов. Наблюдения в генерезервате проводились сотрудниками Костромской (ныне — Центрально-европейской) ЛОС ВНИИЛМ с 1962 г. в течение 60 лет.

Результаты и обсуждение. Первые комплексные исследования лесоводственных и анатомо-морфологических особенностей быстрорастущих, в том числе триплоидных клонов осины (№ 27, № 30) были проведены в 1937–1938 гг. академиком ВАСХНИЛ А. С. Яблоковым [10–12]. В 1962–1965 гг. научным сотрудником Костромской ЛОС ВНИИЛМ С. Н. Багаевым был отобран ряд новых

высокопродуктивных клонов, включая триплоидный клон № 35. Исследованы лесоводственно-таксационные особенности, физико-механические качества древесины, способы искусственного размножения высокопродуктивной осины [3,4]. В 1975–2022 гг. исследования триплоидных клонов проводились Центрально-европейской ЛОС [1,2,5].

В генетическом резервате преобладают формы осины с серой корой, с невысоким поднятием по стволу грубых и мелких трещин и сильно развитыми кронами. Все триплоидные клоны осины — мужские. В данных лесорастительных условиях триплоидные клоны №№ 27, 30, 35 имеют Iа класс бонитета. До VIII класса возраста (73 года) у триплоидных клонов № 27 и № 30 имеет место положительная динамика таксационных показателей — увеличение абсолютной полноты и запаса, который у них достигает 600 м³/га и выше (рис.). К этому возрасту исполинские клоны № 27 и № 30 имеют показатели выше обычного контрольного клона: по сумме площадей сечений — соответственно на 36 % и 23 %; по запасу древесины — на 46 % и 28 %; по средней высоте — на 4 % и 3 %. Средний диаметр самого высокопродуктивного клона № 27 превышает диаметр контрольного диплоидного клона на 20 %.

Триплоидный клон № 35 в возрасте 36 лет имел показатели выше обычного: по сумме площадей сечений — на 12 %; по запасу древесины — на 15 %; по средней высоте — на 5 %; по среднему диаметру — на 27 %. Триплоидные клоны более производительны по сравнению с «нормальными» осиновыми древостоями по общим таблицам хода роста В. С. Чернявского [9]: относительная полнота их

**Зараженность триплоидных клонов осины стволовой гнилью в генрезервате в Костромской области
(по данным учета 2022 г.)**

№ клона	Особенности	Распределение деревьев по категориям, %				
		Здоровые	с плодовыми телами ложного осинового трутовика			сухостойные
			всего	в том числе		
				в средней части ствола	в нижней части ствола	
27	триплоидный	56	42	22	20	2
30	триплоидный	53	38	4	34	9
Контроль	диплоидный	4	92	28	64	4

в возрасте 25–73 лет составляет от 1,1 до 1,3. Триплоидные клоны сохраняют свое преимущество в скорости роста и продуктивности по сравнению с диплоидными в течение всего периода онтогенеза.

В IX классе возраста (85 лет) отмечено значительное снижение запаса и полноты триплоидных клонов, которое за период 2010–2022 гг. составило соответственно: у клона № 27–32 % и 32 %, у клона № 3 0–22 % и 29 %. В этом возрасте имеет место процесс естественного распада насаждений исследуемых клонов, увеличение сухостоя и захламленности насаждений. Вывал деревьев, как правило, приурочен к очагам поражения стволовой и комлевой гнилью. Однако и в этом возрасте перестойные триплоидные клоны № 27 и № 30 сохраняют высокую продуктивность: средняя полнота — 0,8; запас — 460...470 м³/га; средняя высота — 31...32 м; средний диаметр — 36 см. В этом возрасте триплоидные клоны № 27 и № 30 значительно опережают контроль: по запасу — соответственно на 96 % и 92 %, по абсолютной полноте — на 76 % и 74 %, по высоте — на 14 % и 11 %, по диаметру — на 13 %. Наиболее существенное снижение полноты и запаса в возрастном периоде 73–85 лет наблюдается у диплоидных клонов.

Все отобранные клоны устойчивы к стволовой гнили, вызываемой ложным осиновым трутовиком. До 36–38-летнего возраста в клонах встречались лишь единичные деревья с комлевой и стволовой гнилями. До 47 лет зараженность всех клонов, включая диплоидные, не превышает 10 %. В возрасте 52 года зараженность стволовой гнилью триплоидных клонов еще не превышала 10 %, тогда как в контрольном клоне составила 14 %. В VIII классе возраста (73 года) зараженность клонов составила: № 27–5 %, № 30–57 %. В IX классе возраста (85 лет) зараженность клонов составила: № 27–42 %, № 3 0–38 %, контрольного — около 100 %. (табл.). Данный показатель у триплоидных клонов уменьшился в связи с отпадом части деревьев, имеющих стволовую гниль. Таким образом,

наиболее устойчивыми клонами в генрезервате являются триплоидные клоны № 27 и № 30. Плодовые тела ложного осинового трутовика расположены в основном в нижней (до 4 м) части стволов. Количество сухостойных деревьев не превышает 10 % от общего числа деревьев.

Наряду с быстрым ростом, исполинские клоны отличаются более плотной древесиной, достоверно превосходящей плотность обычной осины на 8–13 % [2]. По размерам листьев и густоте облиствения исполинский клон № 27 достоверно превосходит обычный, независимо от класса роста деревьев и местоположения листьев в кроне. Одной из особенностей триплоидных клонов является наличие сросшихся между собой в комлевой части деревьев осины. Такие деревья в исполинских клонах составляют до 10 % от числа растущих, тогда как в диплоидных клонах практически отсутствуют. Как правило, это — «двойчатки», формирующиеся на общей корневой системе, но встречаются также и «тройчатки». По-видимому, способность деревьев к многостольности, «самопрививке» в исполинских клонах — одна из причин повышения их продуктивности. Триплоидные клоны №№ 27, 30, 35 сохраняют преимущество в росте перед диплоидными и во втором вегетативном поколении — в тремулете быстрорастущих форм осины и на опытной лесосеменной плантации быстрорастущих форм осины и тополя (Костромской район Костромской области), что подтверждает их хозяйственную ценность и целевой статус для закладки короткооборотных лесосырьевых плантаций.

Выводы. Таким образом, уникальные лесоводственные качества (быстрота роста, устойчивость к гнилям, высокое качество древесины) триплоидных форм осины, отобранных в Шарьинском районе Костромской области, обуславливают важность сохранения и воспроизводства их ценного генофонда. На базе генетического резервата может быть реализовано плантационное выращивание

элитных клонов осины. В Костромской области создание лесосырьевых плантаций быстрорастущей осины целесообразно в зоне деятельности завода ООО «СВИСС КРОНО» (г. Шарья) — крупнейшего производителя древесных плит в России. Для обеспечения плантационного выращивания

высококачественным посадочным материалом на Центрально-европейской ЛОС ВНИИЛМ ведутся работы по совершенствованию технологии микрклонального размножения триплоидной осины и формированию их банка методом культуры клеток и тканей (*in vitro*).

Список литературы

1. Багаев Е. С., Рыжова Н. В., Шутов В. В. Ведение хозяйства в осиновых лесах Костромской области: монография. — Кострома: КГТУ, 2014. — 138 с.
2. Багаев, Е. С. Генетический резерват осины исполинской в Костромской области // Лесохозяйственная информация. — 2008. — № 10–11. — С. 36–38.
3. Багаев С. Н. Отбор, разведение и воспитание здоровой осины в Костромской области // Выращивание быстрорастущих пород в Костромской области. — М.: ЦНИИТЭИлеспром, 1967. — С. 12–21.
4. Багаев С. Н. Отбор ценных форм осины и березы в Костромской области. — М.: Проспект ВДНХ СССР, 1964. — 4 с.
5. Багаев Е. С., Макаров С. С., Багаев С. С., Родин С. А. Исполинская осина: биологические особенности и перспективы плантационного выращивания: монография. — Пушкино: ВНИИЛМ, 2021. — 72 с.
6. Крылов В. Ковалева О., Смирнов А. Промышленные лесосырьевые плантации как новый лесной бизнес // ЛесПромИнформ. — 2015. — № 3. — С. 44–46.
7. Кузнецов А. Осина как ценное древесное сырье // ЛесПромИнформ. — 2009. — № 8. — С. 94–98.
8. Паничев Г. П. Плантационное выращивание лесных ресурсов // Вестник МГУЛ — Лесной вестник. Сер.: Экономика. — 2014. — № 3. — С. 43–46.
9. Руководство по организации и ведению хозяйства на осину в лесах Европейской части СССР / Сост. Л. Е. Михайлов, С. Н. Багаев, В. Г. Стороженко [и др.]. — М.: Гослесхоз СССР, 1983. — 38 с.
10. Яблоков, А. С. Воспитание и разведение здоровой осины. — М.: Гослесбумиздат, 1963. — 441 с.
11. Яблоков А. С. Исполинская форма осины в лесах СССР // Труды ВНИИЛХ. — М.: ВНИИЛХ, 1941. — Вып. 23. — 52 с.
12. Яблоков А. С. О воспитании и разведении здоровой осины // Лесное хозяйство. — 1967. — № 4. — С. 14–20.

Информация об авторах

БАГАЕВ Евгений Сергеевич — кандидат сельскохозяйственных наук, руководитель группы лесоводства, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства «Центрально-европейская лесная опытная станция», г. Кострома. Область научных интересов — лесоводство, искусственное лесовосстановление, лесная селекция, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 100 научных публикаций. E-mail: ce-los-lh@mail.ru

ЧУДЕЦКИЙ Антон Игоревич — ведущий инженер, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства «Центрально-европейская лесная опытная станция», г. Кострома. Область научных интересов — лесоводство, искусственное лесовосстановление, клональное микроразмножение растений. Автор 100 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4804-7759>. E-mail: a.chudetsky@mail.ru

МАКАРОВ Сергей Сергеевич — доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства «Центрально-европейская лесная опытная станция», г. Кострома; профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, г. Архангельск. Область научных интересов — клональное микроразмножение растений, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 150 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0564-8888>. E-mail: makarov_serg44@mail.ru

FEATURES OF GROWTH AND PRODUCTIVITY OF TRIPLOID FORMS OF ASPEN IN THE KOSTROMA REGION

E. S. Bagaev¹, A. I. Chudetsky¹, S. S. Makarov^{1,2}

¹Central European Forestry Experimental Station, Branch of the Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry

²Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov

Abstract. The results of a long-term study of fast-growing triploid aspen clones in the genetic reserve in the Shar'ya district, Kostroma region, Russia. Triploid clones under optimal forest conditions are significantly exceed diploid clones in terms of growth rate and productivity. The silvicultural and taxation characteristics of aspen triploid clones. Data on

the resistance of triploid forms of aspen to stem rot: infection with stem rot does not exceed 10 % by the number of trees up to the age of 50. The high quality of wood of triploid forms of aspen (good cleanability of trunks from branches, high wood density) is noted in comparison with the usual diploid forms. The prospects for using triploid clones of aspen in the genetic reserve for laying short-term timber plantations in the zone of activity of modern enterprises of the timber industry are outlined.

Keywords: triploid aspen, clone, genetic reserve, growth, productivity, resistance.

УДК 630.181

СЕМЕНОШЕНИЕ ХВОЙНЫХ ИНТРОДУЦЕНТОВ ДЕНДРОСАДА Г. АРХАНГЕЛЬСКА

А. А. Боровикова, А. М. Антонов

Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова,
Архангельск, Россия

Аннотация. В статье приводятся данные по динамике вступления в пору семеношения интродуцированных растений семейства *Pinaceae* Lindl. в Дендрологическом саду имени И. М. Стратоновича. Цель исследования — изучение семеношения интродуцированных таксонов семейства *Pinaceae* Lindl. родов *Larix* Mill., *Pinus* L. и *Thuja* L. в Дендрологическом саду имени И. М. Стратоновича. В процессе исследования измерены линейные параметры шишек 2021–2022 гг. сбора урожая всех рассматриваемых интродуцированных видов и оценены в сравнении с естественным ареалом. На примере *Pinus cembra* L. дан подробный анализ закономерностей изменчивости шишек и семян, формирующихся в условиях пункта интродукции. Исследована возрастная динамика вступления деревьев *Pinus cembra* L. в пору семеношения в период с 2007 по 2022 гг. Сделан вывод о вступлении всех видов в генеративную фазу развития и начала их семеношения.

Ключевые слова: семеношение, интродукция, интродуценты, хвойные растения, лиственница, сосна, туя.

Введение. Хвойные растения играют важную средообразующую функцию на значительных территориях. Большинство из них отличаются высокими качествами древесины и декоративными признаками, используются в качестве сырья для многих отраслей народного хозяйства. В России с давних пор интродуцируются более 170 видов голосеменных [4,6,7]. Работы по интродукции хвойных пород в одном из старейших научных центров интродукции на Европейском Севере в Дендрологическом саду имени И. М. Стратоновича (далее Дендросад) были начаты с его открытием в 1934 году.

Цель исследования — выявление особенностей семеношения интродуцированных таксонов семейства *Pinaceae* Lindl. родов *Larix* Mill., *Pinus* L. и *Thuja* L. в Дендрологическом саду имени И. М. Стратоновича.

Объекты, условия и методы. В работе исследуются интродуцированные виды: *Larix gmelinii* Rupr., *Larix kaempferi* (Lamb.) Carriere, *Thuja occidentalis* L., *Pinus cembra* L. и *Pinus sibirica* Du Tour. Биометрические показатели измеряли у 100 экземпляров шишек для каждого вида. Класс высоты (К.В.) растений определялся по классификации:

Высокие (I величины) — более 20 м; Средние (II величины) — от 10 до 20 м; Низкие (III величины) — до 10 м. Наличие (возраст) семеношения приведен по литературным данным [5]. Возраст семеношения и размеры шишек хвойных пород в естественном ареале приведены по литературным данным [3,4,6]. Высота деревьев определялась лазерным дальномером «Forestry Pro». Диаметр ствола измерялся профессиональной мерной вилкой «Haglof». Полевые материалы обработаны методами описательной статистики с использованием программ Excel 2010 и IBM SPSS Statistics 23.

Результаты и обсуждение. Характеристика древесных растений на объектах исследования представлена в таблице 1. Одним из важнейших критериев успешности интродукции растений при оценке уровня их акклиматизации является вступление в генеративную фазу развития и качественные характеристики пыления и семеношения [1]. Все изучаемые интродуцированные виды растений семейства *Pinaceae* Lindl., выращиваемых в открытом грунте, имеют удовлетворительное состояние и I балл зимостойкости. Они вступили в генеративную фазу развития и начали семеносить с различной периодичностью.

Таблица 1

Характеристика интродуцированных видов хвойных

Название вида	Происхождение	Возраст, лет	К. В.	Диаметр ствола на 1,3 м, см	Возраст вступления в генеративную фазу, лет	
					дендросад	естественный ареал
<i>Larix gmelinii</i> Rupr.	ЛТА им. С. М. Кирова	73	II	43,2	18	15–25
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carriere	Лен. БИН РАН	72	II	47,5	20	15–20
<i>Thuja occidentalis</i> L.	Лен. БИН РАН	38	III	13,0	16	6–10
				10,0		
<i>Pinus cembra</i> L.	Емцовский ЛПХ.	73	II	25,5	47	40–80
<i>Pinus sibirica</i> Du Tour	сел. Черевково, Арх. обл.	68	I	27,3	54	40–80

Таблица 2

Размеры шишек интродуцированных видов хвойных пород 2021–2022 гг. сбора урожая

Название вида	Год	Длина, см			Диаметр, см		
		Хср ± mх	V, %	в естественном ареале	Хср ± mх	V, %	в естественном ареале
<i>Larix gmelinii</i> Rupr.	2022	2,8±0,05	18,3	1,5–3	2,6±0,05	19,1	1–2,5
	2021	2,9±0,01	3,2		2,5±0,01	3,2	
<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carriere	2022	3,6±0,04	11,6	2–3,5	3,1±0,03	10,8	1,5–3
	2021	3,6±0,04	13,1		3,0±0,04	13,8	
<i>Thuja occidentalis</i> L.	2022	1,1±0,01	13,9	1–1,5	0,5±0,01	19,2	1–1,2
	2021	1,2±0,01	8,3		0,5±0,01	15,6	
<i>Pinus cembra</i> L.	2022	3,9±0,10	26,4	6–13	3,3±0,09	27,6	5–8
	2021	4,9±0,10	21,1		4,4±0,09	20,5	
<i>Pinus sibirica</i> Du Tour	2022	-	-	6–13	-	-	5–8
	2021	5,7±0,10	22,6		4,5±0,05	13,0	

Примечания: Хср ± mх — среднее выборочное значение признака с оценкой ошибки среднего; V — коэффициент вариации.

Все интродуценты кроме *Thuja occidentalis* L. вступили в генеративную фазу развития в пределах своих естественных сроков семеношения. *Thuja occidentalis* L. начала семеносить значительно в поздние сроки (16 лет) по сравнению с естественным ареалом. Ниже в таблице 2 представлены линейные размеры шишек 2021–2022 гг. сбора урожая 5 интродуцированных видов из состава ботанических родов *Larix* Mill., *Pinus* L. и *Thuja* L., формирующихся в условиях интродукции и в естественном ареале.

Полученные данные указывают на то, что линейные размеры шишек 2021–2022 гг. сбора урожая интродуцированных видов *Larix gmelinii* Rupr. и *Larix kaempferi* (Lamb.) Carriere соответствуют показателям, приводимым в литературе для естественного ареала их произрастания. *Thuja occidentalis* L. имеет аналогичные естественным линейные показатели длины шишек за все года, но отличается наименьшими размерами их диаметра. Исключение составили два вида *Pinus cembra* L. и *Pinus*

sibirica Du Tour. с шишками меньших размеров по сравнению с показателями в естественном ареале как по длине, так и по диаметру. Также стоит отметить, что вид *Pinus sibirica* Du Tour. не плодоносил в 2022 году. Биометрические показатели шишек характеризуются низким уровнем индивидуальной изменчивости в условиях естественного произрастания, потому что являются систематическими признаками вида [3,4]. В условиях Дендросада уровень индивидуальной изменчивости длины и диаметра формирующихся шишек рассматриваемых интродуцированных видов не превышает пределов нижней нормы (коэффициенты вариации колеблются от 3,2 % до 27,6 %).

Некоторые закономерности формирования шишек и семян рассмотрим на примере *Pinus cembra* L. В коллекции Дендросада имеется 5 экземпляров семеносящих деревьев данного вида. Возрастная динамика вступления деревьев *Pinus cembra* L. в пору семеношения представлена на рисунке ниже.

Возрастная динамика вступления деревьев *Pinus cembra* L. в пору семеношения



Рисунок — Возрастная динамика вступления деревьев *Pinus cembra* L. в пору семеношения в период с 2007 по 2022 гг.

Таблица 3

Биометрические показатели шишек *Pinus cembra* L. 2021–2022 гг. сбора урожая

Название вида	Год	Длина, см		Диаметр, см		Сухая масса шишки, г		Кол-во семян в шишке, шт.		Число чешуек, шт.	
		Хср ± mх	V, %	Хср ± mх	V, %	Хср ± mх	V, %	Хср ± mх	V, %	Хср ± mх	V, %
<i>Pinus cembra</i> L.	2022	3,9±0,10	26,4	3,3±0,09	27,6	21,9±0,6	27,6	25±0,8	31,8	31±0,9	31,6
	2021	4,9±0,10	21,1	4,4±0,09	20,5	24,9±0,9	29,9	41±1,2	31,5	44±0,9	21,2

Первый урожай шишек в минимальном количестве был собран в 1975 году, когда растениям было 47 лет, затем только в 1996 и 2000 гг. С 2007 года в возрасте 58 лет макростробилы на всех экземплярах *Pinus cembra* L. образовывались ежегодно и в основном были отмечены баллом плодоношения 3 по 6-балльной шкале оценки В. Г. Каппера [2]. Все 5 экземпляров *Pinus cembra* L. в период плодоношения с 2007 по 2022 г. ежегодно давали семена. Ниже (табл. 3) представлены подробные биометрические показатели шишек, формирующихся на деревьях *Pinus cembra* L. 2021–2022 гг. сбора урожая.

Можно видеть, что линейные размеры шишек *Pinus cembra* L., количество семян в шишке, их масса и число чешуек различных годов сбора значительно различаются и вероятно зависят от погодных условий периода их формирования.

Выводы

1. Из 5 интродуцированных таксонов (*Larix gmelinii* Rupr., *Larix kaempferi* (Lamb.) Carriere, *Thuja*

occidentalis L., *Pinus cembra* L., *Pinus sibirica* Du Tour) родов *Larix* Mill., *Pinus* L. и *Thuja* L. все вступили в генеративную фазу развития.

2. Линейные размеры шишек семеносящих интродуцентов *Larix gmelinii* Rupr. и *Larix kaempferi* (Lamb.) соответствуют аналогичным показателям для естественного ареала. Показатели диаметра шишек вида *Thuja occidentalis* L. отличаются наименьшими размерами. Линейные размеры шишек *Pinus cembra* L. и *Pinus sibirica* Du Tour. не соответствуют аналогичным показателям для естественного ареала.

3. Возрастная динамика вступления деревьев *Pinus cembra* L. в пору семеношения в период с 2007 по 2022 гг. свидетельствует о ежегодном образовании макростробил на всех экземплярах и ежегодным сбором плодов и семян.

4. Биометрические показатели шишек *Pinus cembra* L. зависят от индивидуальных особенностей, а также условий года формирования.

Список литературы

1. Бабиц Н. А., Залывская О. С., Травникова Г. И. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов: Монография. — Архангельск: АГТУ, 2008. — 144 с.
2. Каппер В. Г. Об организации ежегодных систематических наблюдений над плодоношением древесных пород // Труды по лесному опытному делу. — 1930. — Вып. 8 — С. 130–139.

3. Кречетова Н. В., Крестова Н. В., Любич Е. С., Новосельцева А. И., Собинов, А.М., Шахова Е. А. Справочник по лесосеменному делу / Под общ. ред. А. И. Новосельцевой. — М.: Лесная промышленность, 1978. — 336 с.
4. Крюссман Г. Хвойные породы. — М.: Лесная промышленность, 1986. — 256 с.
5. Малаховец П. М., Тисова В. А. Деревья и кустарники дендросада Архангельского государственного технического университета: Учеб. пособие. — Архангельск: АГТУ, 1999. — 50 с.
6. Соколов С. Я. Деревья и кустарники СССР. I том. Голосеменные. — Москва-Ленинград: Издательство Академии Наук СССР, 1949 г. — 465 с.
7. Шевырева Н., Коновалова Т. Хвойные растения. Большая энциклопедия. — М.: Эксмо, 2012. — 280 с.

Информация об авторе

БОРОВИКОВА Александра Алексеевна — аспирант кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск. Область научных интересов — интродукция древесных и кустарниковых пород, интродукция хвойных растений, интродуценты в зеленом строительстве, семеноводство, озеленение. Автор 4 научных публикаций. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4162-9011>. E-mail: a.borovikova96@yandex.ru

АНТОНОВ Александр Михайлович — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск. Область научных интересов — анатомические особенности лесообразующих пород на Севере, дигитальные технологии в научных исследованиях, ландшафтная организация территорий урбоэкосистем, системы утилизации отходов для улучшения экологической ситуации городов и поселков, создание устойчивых газонных и альтернативных покрытий в городах. Автор 71 научных работ. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7076-233X>. E-mail: a.antonov@narfu.ru

SEED-BEARING OF CONIFEROUS INTRODUCENTS OF THE DENDROLOGICAL GARDEN OF ARKHANGELSK

A. A. Borovikova, A. M. Antonov

Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov

Annotation. The article presents data on the dynamics of the introduction of introduced plants of the Pinaceae Lindl. family into the reproduction season in the I. Stratonovich Dendrological garden located at the NARFU. The aim of the study is to analyze the seed-bearing patterns of introduced taxa of the Pinaceae Lindl. family, genera *Larix* Mill., *Pinus* L. and *Thuja* L. to the Arboretum. Measurements of linear parameters of cones of the 2021–2022 harvest of all the introduced species under consideration in comparison with the natural range were carried out and evaluated. On the example of *Pinus cembra* L. a detailed analysis of the patterns of variability of cones and seeds formed in the conditions of the point of introduction is given. The age dynamics of the entry of *Pinus cembra* L. trees has been studied at the time of seed-bearing in the period from 2007 to 2022. 1. In conclusion, the author gives explanations about the entry of all species into the generative phase of development and the beginning of their seed-bearing and makes several other conclusions.

Key words: seed bearing, introduction, introducers, coniferous plants, larch, pine, thuja.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КЕДРА СИБИРСКОГО НА ПЛАНТАЦИИ ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКА

Н. П. Братилова, М. В. Гришлова, А. В. Мантулина, В. Н. Калагин
Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева

Резюме. Географическое происхождение оказывает влияние на рост и образование генеративных органов 55–56-летних деревьев кедров сибирского в условиях плантационного выращивания. Установлены закономерности роста потомств кедров сибирского разного географического происхождения по высоте и диаметру ствола в возрасте 33–56 лет. Потомство алтайского климата отличалось лучшим ростом. Деревья ярцевского происхождения характеризовались большими размерами ветвей и продолжительностью жизни хвои. Для дальнейшей селекционной работы и размножения отобраны экземпляры по показателям роста и интенсивности образования генеративных органов.

Ключевые слова: кедр сибирский, плантация, рост, семеношение, географическая изменчивость

Введение. Кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour) — ценная лесообразующая древесная порода России, отличающаяся высоким полиморфизмом. Изучением географической изменчивости и формового разнообразия кедров сибирского занимались А. И. Ирошников [6], Е. В. Титов [19], Р. Н. Матвеева [9–12], В. А. Брынцев, А. А. Коженкова [3,4], Н. П. Братилова [1,2] и др. Географическую изменчивость изучают в основном на созданных географических культурах, выращивая потомства разного происхождения в одинаковых условиях произрастания [16]. М. Д. Мерзленко, П. Г. Мельник [14] считают географические культуры искусственными лабораториями, «генным банком» в сохранении биологического разнообразия. Различия роста потомств кедров сибирского в географических посадках проявляются с молодого возраста [3,4,17]. Динамику роста кедров сибирского разного географического происхождения показали в своей работе Р. Н. Матвеева и др. [12]. Репродуктивное развитие кедровых сосен разных климатических типов зависит как от их географического происхождения, так и индивидуальной изменчивости. [10]. Н. В. Выводцев и др. [5] установили, что кедр сибирский при интродукции на Дальний Восток уступает по росту и развитию местному виду — кедров корейскому.

Цель исследований заключается в установлении изменчивости роста, урожайности и пыльцевой продуктивности деревьев кедров сибирского во втором классе возраста в зависимости от их географического происхождения, проведение отбора перспективных климатических типов и экземпляров в условиях плантационного выращивания в пригородной зоне Красноярского края для дальнейшей селекционной работы.

Объекты, условия и методы. Плантация «Метеостанция» кедров сибирского была создана в пригородной зоне Красноярского края крупномерным посадочным материалом разного географического происхождения (табл. 1) по схеме 5×5 м [11].

При селекционной оценке деревьев использовали общепринятую в лесокультурном производстве методику А. Р. Родина, М. Д. Мерзленко [18]. У всех деревьев на участке измеряли высоту, диаметр ствола на высоте 1,3 м, диаметр кроны в двух взаимно-перпендикулярных направлениях, протяженность бессучковой зоны, длину и диаметр боковых побегов в месте их прикрепления к стволу, годовые приросты по длине, длине хвои. Подсчитывали число мутовок, побегов с шишками и микростробилами, микростробилов и шишек на дереве, шишек в пучке по методике Т. П. Некрасова

Таблица 1

Характеристика материнских насаждений кедров сибирского

Происхождение, лесничество	Регион	Координаты		Высота нум, м	Тип леса	Состав
		с.ш.	в.д.			
Алтайское	Алтай	51°50′	86°54′	700–800	К _{рт}	5К3П2Б
Лениногорское	Казахстан	50°12′	83°30′	1700	К _{кисл}	10К
Ярцевское	Красноярский край	61°00′	90°36′	100	К _{пойм}	10К

Показатели роста кедров сибирского разного географического происхождения

Географическое происхождение	$\bar{X}_{\text{ср.}}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ} при $t_{05} = 2,02$	Уровень изменчивости
Высота, м							
54 года							
Алтайское	14,6	0,18	0,80	5,5	1,2	-	низкий
Ленинское	12,4	0,37	1,16	9,4	3,0	5,35	низкий
Ярцевское	13,7	0,34	1,07	7,9	2,5	2,34	низкий
Среднее значение	13,8	0,21	1,32	9,6	1,5	2,89	низкий
55 лет							
Алтайское	14,8	0,18	0,80	5,4	1,2	-	низкий
Ленинское	12,6	0,37	1,17	9,4	3,0	5,35	низкий
Ярцевское	13,9	0,36	1,14	8,2	2,6	2,24	низкий
Среднее значение	14,0	0,21	1,35	9,6	1,5	2,89	низкий
56 лет							
Алтайское	15,1	0,16	0,75	5,0	1,1	-	низкий
Ленинское	12,9	0,23	0,99	7,7	1,8	7,85	низкий
Ярцевское	14,1	0,36	1,15	8,1	2,6	2,54	низкий
Среднее значение	14,1	0,19	1,34	9,5	1,3	4,03	низкий
Диаметр ствола, см							
54 года							
Алтайское	31,1	0,93	4,16	13,4	3,0	-	средний
Ленинское	25,2	1,46	4,62	18,3	5,8	3,41	средний
Ярцевское	29,6	1,91	6,04	20,4	6,4	0,71	средний
Среднее значение	29,2	0,83	5,27	18,0	2,8	1,52	средний
Алтайское	32,5	0,95	4,23	13,0	2,9	-	средний
Ленинское	26,6	1,38	4,35	16,4	5,2	3,52	средний
Ярцевское	30,8	1,92	6,08	19,7	6,2	0,79	средний
Среднее значение	30,6	0,83	5,25	17,2	2,7	1,51	средний
56 лет							
Алтайское	33,7	0,89	4,07	12,1	2,6	-	средний
Ленинское	28,9	1,24	5,25	18,2	4,3	3,14	средний
Ярцевское	32,5	0,83	5,79	17,8	5,6	0,99	средний
Среднее значение	31,7	0,75	5,28	16,7	2,4	1,72	средний

вой [15]. Все данные обрабатывали статистически в программе Microsoft Excel. Уровень изменчивости признаков определяли по шкале С. А. Мамаева [8]. При обработке данных был использован регрессионный анализ в программе Curve Expert 1.3.

Результаты и обсуждение. Средняя высота кедров сибирского в биологическом возрасте 54 года равнялась $13,8 \pm 0,21$ м, составляя по происхождению 12,4–14,6 м. Наибольшая высота отмечена у деревьев алтайского происхождения, которая изменяется в возрасте 54–56 лет от $14,6 \pm 0,18$ до $15,1 \pm 0,16$ м.

Средний диаметр ствола был равен в 54-летнем возрасте 29,2 см, в 56-летнем — 31,7 см. Уровень внутривидовой изменчивости по высоте низкий, диаметру ствола — средний (табл. 2).

При установлении закономерностей роста климатических кедров сибирского на плантациях Карaulьного лесничества были использованы данные за 33–42-летний период, приведенные в монографии Н. П. Братиловой и А. В. Калинина [2], а также результаты наших исследований. Рост сосны кедровой сибирской в высоту в возрасте от 33 до 56 лет включительно в зависимости от географического происхождения аппроксимируется уравнениями:

$$Y_{\text{алт}} = 10,748 - 0,491X + 0,0103X^2, R^2 = 0,834 \quad (1)$$

$$Y_{\text{лен}} = -20,1035 + 0,555X + 6682,874/X^2, R^2 = 0,814 \quad (2)$$

$$Y_{\text{ярц}} = -36,216 + 0,825X + 14244,902/X^2, R^2 = 0,729 \quad (3)$$

где $Y_{\text{алт}}$ — высота алтайского потомства, м,

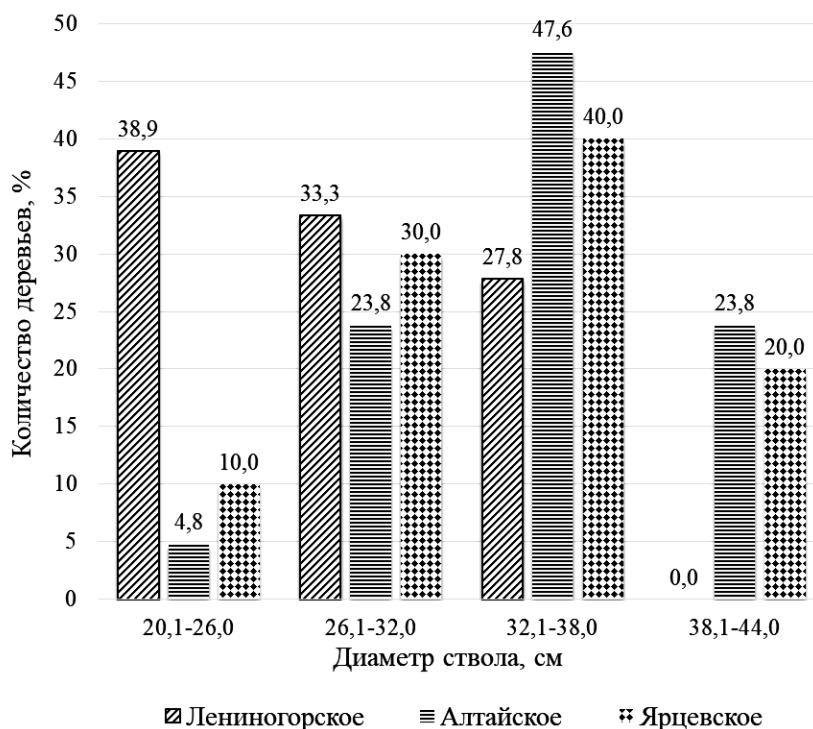


Рисунок — Гистограмма ряда распределения по диаметру ствола

$U_{\text{лен}}$ — высота лениногорского потомства, м,

$U_{\text{ярц}}$ — высота ярцевского потомства, м,

X — возраст, лет (в диапазоне 33–56 лет)

Распределение по абсолютным значениям диаметра ствола у деревьев сосны кедровой сибирской разного географического происхождения соответствует закону нормального распределения. Рост по диаметру ствола сосны кедровой сибирской разного географического происхождения в диапазоне 33–56 лет можно описать функциями:

$$U_{\text{алт}} = -55,5033 + 1,477X + 20390,287/X^2, R^2 = 0,772, (4)$$

$$U_{\text{лен}} = 1/(0,1649 - 0,0023X), R^2 = 0,637 (5)$$

$$U_{\text{ярц}} = -72,0097 + 1,7201X + 25305,36/X^2, R^2 = 0,759 (6)$$

где $U_{\text{алт}}$ — диаметр ствола алтайского потомства на высоте 1,3 м, см,

$U_{\text{лен}}$ — диаметр ствола лениногорского потомства на высоте 1,3 м, см,

$U_{\text{ярц}}$ — диаметр ствола ярцевского потомства на высоте 1,3 м, см,

X — возраст, лет (в диапазоне 33–55 лет)

Сравнение распределения потомств деревьев из Алтая с другими районами показывает, что они отличаются наибольшим количеством с максимальным диаметром ствола. При диаметрах ствола от 20,1 до 26,0 см доля деревьев составляет 4,8 %, от 26,1 до 32,0 см — 23,8 %, а от 32,1 до 38,0 см — 47,6 %, в интервале 38,1...44,0 см — 23,8 %. Кедр

сибирский лениногорского происхождения имеет большое количество деревьев (38,9 %) с диаметром ствола в интервале 20–26 см, доля деревьев с диаметром 26,1–32,0 см составляет 33,3 %, интервале 32,1–38,0 см — 27,8 %. Диаметр ствола у деревьев ярцевского происхождения составил всего 10 % при интервале 20–26 см, при диаметре ствола 26,1–32,0 см этот процент составил 30, а при интервале от 32–38 см доля деревьев составляет 40 %. А 20 % при интервале 38,1–44,0 см. На рисунке представлено распределение деревьев кедр сибирского из разных мест произрастания по диаметру ствола при выращивании на плантации. Средняя длина бокового побега в нижней части кроны деревьев составляет 2,5 м, варьируя от 2,3 м у потомства лениногорского происхождения до 2,9 м у кедр сибирского ярцевского климатипа. Уровень внутривидовой изменчивости данного показателя высокий.

При сравнении длины хвои у потомств разного географического происхождения, отмечается превышение данного показателя у потомства алтайской популяции. Наибольшая продолжительность жизни хвои отмечена у деревьев ярцевского происхождения ($4,7 \pm 0,35$ лет) в сравнении с алтайским и лениногорским ($t_{\phi} > t_{05}$). Средняя продолжительность жизни хвои равна $3,9 \pm 0,20$ лет. Уровень изменчивости данного показателя в зависимости от географического происхождения сосны кедровой сибирской — высокий.

Отселектированные деревья по количеству шишек в 2020 году

Географическое происхождение	Номер дерева	Количество шишек на дереве	
		шт.	% к $X_{\text{ср.}}$
Алтайское	2-13	37	616,7
	2-15	14	233,3
	2-23	10	166,7
	2-57	11	183,3
	2-62	42	700,0
	3-23	11	183,3
	3-61	13	216,7
Среднее значение по варианту		6,0	100,0
Лениногорское	1-9	13	188,4
	1-11	16	231,9
	1-13	34	492,8
	1-18	11	159,4
	1-19	13	188,4
	1-20	17	246,4
	1-23	18	260,9
	1-25	17	246,4
	1-27	11	159,4
Среднее значение по варианту		6,9	100,0
Ярцевское	6-26	19	327,6
	6-31	13	224,1
	6-70	13	224,1
	6-75	13	224,1
	6-105	11	189,7
	6-106	9	155,2
Среднее значение по варианту		5,8	100,0

Большим количеством шишек в 2019 году отличалось потомство кедра сибирского лениногорского происхождения, в среднем было образовано 24,3 шт./дерево. Был выделен экземпляр алтайского происхождения (№ 3-24), сформировавший наибольшее число шишек на дереве — 160 шт. В 2020 г. были отобраны экземпляры с высокой урожайностью шишек (табл. 3).

Заключение. В одинаковых условиях произрастания проявляется наследственная обусловленность климатипов кедра сибирского по показателям роста. Лучшим ростом в условиях плантаций пригородной зоны Красноярск характеризуется потомство кедра сибирского алтайского происхождения. Отстают в росте деревья лениногорского происхождения (Казахстан). Потомство яр-

цевского происхождения отличается наибольшей длиной боковых побегов в нижней мутовке, более длительной жизнью хвои. Отмечено влияние географической изменчивости на репродуктивное развитие потомств кедра сибирского. В 56-летнем возрасте у лениногорского происхождения наблюдалось наибольшее количество шишек на дереве. Для дальнейшего размножения и формирования быстрорастущих и высокоурожайных кедровых плантаций отселектированы экземпляры в каждом варианте опыта. По показателям роста выделены экземпляры 1-13 лениногорского, 2-76, 3-12 алтайского и 6-82 ярцевского происхождения. По интенсивному и регулярному образованию шишек: 2-57 алтайского, 1-9 лениногорского происхождений.

Список литературы

1. Братилова Н. П., Калинин А. В. Продуктивность потомств кедровых сосен разного географического происхождения в пригородной зоне Красноярск / Н. П. Братилова, А. В. Калинин // Хвойные бореальной зоны. — 2007. — Т. 24., № 1. — С. 20-23.

2. Братилова Н. П., Калинин А. В. Оценка биопродуктивности плантационных культур кедровых сосен в зеленой зоне Красноярска: монография. — Красноярск: СибГТУ, 2012. — 132 с.
3. Брынцев В. А., Коженкова А. А. Рост и развитие сеянцев кедра сибирского разных климатипов при интродукции // Лесохозяйственная информация. — 1992. — № 4. — С. 17–20.
4. Брынцев В. А., Коженкова А. А. Рост разных климатипов сосны кедровой сибирской при интродукции в Московскую область // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. — Красноярск: СибГАУ, 2016. Т. XIX. — № 19 (1). — С. 11–14.
5. Выводцев Н. В., Кобаяси Р., Якимов Д. С. Географические культуры кедровых сосен в Хехцирском опытном лесном хозяйстве // Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2010. — № 26. — С. 10–14.
6. Ирошников А. И. Кедр сибирский. Географические культуры. — М.: ВДНХ СССР, 1983. — 3 с.
7. Кузнецова Г. В. Изучение изменчивости у климатипов кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) на юге Красноярского края // Хвойные бореальной зоны. — 2007. — Т. XXIV, № 4–5. — С. 423–426.
8. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. — М.: Наука, 1973. — 283 с.
9. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Братилова Н. П. Биоразнообразие, отбор и размножение кедровых сосен в плантационных культурах зеленой зоны Красноярска // Хвойные бореальной зоны. — 2007. — Т. XXIV, № 2–3. — С. 243–247.
10. Матвеева Р. Н., Колосовская Ю. Е., Соколова Е. Ю. Изменчивость репродуктивного развития кедровых сосен разного географического происхождения на плантации юга Средней Сибири // Хвойные бореальной зоны. — 2013. — Т. XXXI, № 3–4. — С. 63–66.
11. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф. Коллекция кедровых сосен разного географического происхождения на опытных участках СибГТУ: справочно-учебное пособие. — Красноярск: СибГТУ, 2007. — 68 с.
12. Матвеева Р. Н., Братилова Н. П., Буторова О. Ф., Щерба Ю. Е. Особенности роста кедра сибирского (*Pinus sibirica* Du Tour) разного географического происхождения за 30-летний период (юг Средней Сибири) // Международные научные исследования. — 2017. — № 3 [32]. — С. 379–381.
13. Матвеева Р. Н., Милютин Л. И., Буторова О. Ф., Братилова Н. П. Отбор деревьев кедра сибирского высокой репродуктивной способности на географической лесосеменной плантации // Лесной журнал. — 2017. — № 2. — С. 9–20.
14. Мерзленко М. Д., Мельник П. Г. Значение географических лесных культур в сохранении биологического разнообразия древесных растений // Биологическое разнообразие лесных экосистем. Всероссийское совещание: г. Москва, 12–15 ноября 1995 г. — М.: Типография Россельхозакадемии, 1995. — С. 325–327.
15. Некрасова Т. П. Методы оценки и прогноза урожая семян кедра сибирского. — Новосибирск: Сиб. отд-ние АН СССР, 1960. — 36 с.
16. Николаева М. А., Крестьянов А. А., Каматов Д. Е., Ямалеев О. А. Использование географической изменчивости в селекции хвойных пород в Республике Башкортостан // Хвойные бореальной зоны. — 2015. — Т. XXXIII, № 1–2. — С. 30–37.
17. Олисова О. П., Ларионова Н. А., Лузганов А. Г. Ритм роста кедра сибирского в географических культурах под Красноярском // Тез. докл. конф. — Красноярск: СТИ. — 1966. — С. 71–79.
18. Родин А. Р., Мерзленко М. Д. Методические рекомендации по изучению лесных культур старших возрастов. — М.: ВАСХНИЛ, 1983. — 36 с.
19. Титов Е. В. Полиморфизм кедра сибирского по показателям урожая в северо-восточном Алтае // Хвойные бореальной зоны. — 2018. — Т. XXXVI, № 1. — С. 89–96.

Информация об авторах

БРАТИЛОВА Наталья Петровна — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой селекции и озеленения, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск. Область научных интересов — лесная селекция, искусственное лесовосстановление, интродукция, биологическая продуктивность. Автор более 200 публикаций, ResearcherID: AAF-3074–2019, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2918-9690>. E-mail: bratilovanp@sibsau.mail.ru

ГРИШЛОВА Мария Викторовна — аспирант кафедры селекции и озеленения, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск. Область научных интересов — лесная селекция, искусственное лесовосстановление, интродукция, биологическая продуктивность.

МАНТУЛИНА Алина Валерьевна — аспирант кафедры селекции и озеленения, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск. Область научных интересов — лесная селекция, искусственное лесовосстановление, интродукция, биологическая продуктивность.

КАЛАГИН Владислав Николаевич — аспирант кафедры селекции и озеленения, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск. Область научных интересов — лесная селекция, искусственное лесовосстановление, интродукция, биологическая продуктивность.

GEOGRAPHICAL VARIABILITY OF SIBERIAN CEDAR ON THE PLANTATION OF THE SUBURBAN AREA OF KRASNOYARSK

N. P. Bratilova, M. V. Grishlova, A. V. Mantulina, V. N. Kalagin

Resume. Geographical origin influences the growth and formation of generative organs of 55–56-year-old Siberian cedar trees in plantation cultivation. Regularities of growth of Siberian cedar offspring of different geographical origin in height and trunk diameter at the age of 33–56 years have been established. The offspring of the Altai climatype was distinguished by the best growth. Trees of Yartsevo origin were characterized by large branch sizes and the life span of needles. For further breeding work and reproduction, specimens were selected according to the growth indicators and the intensity of the formation of generative organs.

Keywords: *pinus sibirica*, plantation, growth, seed production, geographical variability

УДК 630*232

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ В СЕМЕНОВСКОМ СПЕЦСЕМЛЕСХОЗЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. Н. Иващенко

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В работе приводятся результаты изучения качества посадочного материала ели обыкновенной в Семеновском Семеновского спецсемлесхозе Нижегородской области. Определены диаметр корневой шейки, высота сеянцев ели обыкновенной и проведен анализ основных агрохимических показателей. Показано, что наибольшая изменчивость по всем показателям наблюдается у однолетних сеянцев. Стандартных размеров по всем показателям сеянцы достигают в трехлетнем возрасте. Почвенно-лесорастительные условия Нижегородской области являются благоприятными для совершенствования технологии выращивания посадочного материала ели обыкновенной.

Ключевые слова: ель обыкновенная, питомник, сеянец, диаметр корневой шейки, высота надземной части.

Введение. Возросшая частота и площади лесных пожаров, увеличение объемов заготовки древесины, обширные очаги вредных организмов привели к значительному накоплению не покрытых лесом земель лесного фонда. Одним из наиболее эффективных способов их восстановления является создание лесных культур, успех которых во многом определяется качеством посадочного материала, выращиваемого в лесных питомниках [1]. Качество посадочного материала во многом зависит от агротехнических приемов выращивания его в питомнике (подготовка почвы, норма и срок высева семян, уход за посевами и др.). Свои особенности имеют интенсивные технологии, ориентированные на применение теплиц и удобрений [3,14]. Эти факторы оказывают значительное влияние на морфологические, технические и физиологические показатели посадочного материала [4,5,9,10,19,31,34,29] и на послепосадочный период роста сеянцев на лесокультурной площади [10,27,30,31]. В Среднем Поволжье воспроизводство лесов лесокультурными методами применяется достаточно широко [22,28–32,35]. При этом, в Ни-

жегородской области для этого традиционно используют несколько древесных пород [22,28], в их числе ель европейская или обыкновенная (*Picea abies* (L.) H. Karst.), которая детально исследуется в указанном регионе [8,11,14–17,20,21,30], в том числе, в сопоставлении с интродуцированными видами этого рода [12,13,18,23–27,36].

Цель исследований — оценка качества посадочного материала ели обыкновенной в условиях питомника Нижегородской области. В задачи исследования входило определение диаметра корневой шейки, высоты сеянцев ели обыкновенной и анализ основных питательных элементов в почве.

Объекты, условия и методы. Исследования по совершенствованию агротехники выращивания посадочного материала ели обыкновенной проводились в питомнике Семеновского спецсемлесхоза Нижегородской области. Питомник расположен в зоне широколиственных лесов. Здесь преобладают серые лесные, а также дерново-подзолистые и подзолистые почвы [7], а климат характеризуется как относительно влажный с умеренно теплым и влажным летом и умеренно суровой снежной

зимой. Указанные условия местообитания вполне благоприятны для успешного роста и стабильного развития большинства хвойных деревьев средних широт. При этом, лимитирующим фактором может выступать заселенность почвы восточным майским хрущом [2,6]. Коренными лесными формациями являются сосновые и еловые насаждения. Рельеф участка ровный с небольшим уклоном до 2°. Почвы питомника дерновоподзолистые, бедны гумусом. Низкое содержание гумуса и легкий механический состав определили малую емкость поглощения почвы, которая равна 6,7...10,3 мг-экв/100 г почвы. Кислотность почвы от кислой до нейтральной, степень обеспеченности калием низкая, фосфором средняя.

Поля питомника средне засорены однодольными и двудольными сорняками, постоянно осуществляется лесопатологический надзор за состоянием посадочного материала. Опасных болезней не отмечено. Санитарное состояние питомника удовлетворительное. Технология выращивания сеянцев ели обыкновенной основана на четырехпольном севообороте: черный пар, однолетние, двухлетние, трехлетние сеянцы. Поля имеют вытянутую прямоугольную форму размером 10×100 м. Осенью после выкопки посадочного материала на паровом поле проводят вспашку плугом ПЛН-3-35 в агрегате с трактором МТЗ-82 на глубину 23–27 см. Боронование выполняют ранней весной в два следа бороной 4БЗСС-1,0. Для поддержания поля в чистом от сорняков состоянии в течение лета проводят трехкратную культивацию на глубину 5–10 см паровым культиватором КПС-4 с одновременным боронованием.

Прежде чем высеять, семена ели обыкновенной стратифицируют снегованием. Это необходимо для подготовки семян с глубоким периодом покоя к посеву. В феврале семена послойно насыпают в металлические ящики, чередуя слой семян 2–5 см со слоем снега 5–10 см и выдерживают в течение месяца. Для ели европейской рекомендуют и другие приемы предпосевной стимулирующей обработки [16]. В результате повышается всхожесть и снижается отпад от полегания сеянцев, а корневая система становится более мочковатой. Извлеченные семена просушивают до сыпучего состояния и протравливают ТМТД из расчета 6 г препарата на 1 кг семян. Обработку проводят в толстостенных полиэтиленовых мешках размером 50–100 см путем перемешивания семян с фунгицидами. Для усиления адгезии и повышения эффективности использования протравите-

ля обрабатывают слегка увлажненные семена. Обработанные семена хранят не более 3 суток. При протравливании семян инфекция уничтожается не только на их поверхности, но и вокруг проростков создается защитная зона.

Предпосевная подготовка почвы включает перепахку пара плугом ПЛН-3-35, боронование 4БЗСС-1,0. Семена высевают весной сеялкой СЛШ-4М в агрегате с трактором Т-16М по 6-строчной схеме посева с размещением посевных строк 10–25–10–25–10–70 и шириной строчек 3–5 см. При такой схеме погонаж посевных строк на 1 га составляет 40 тыс. м. Нормы высева семян ели обыкновенной I класса качества — 1,8 г/пог. м, норма высева на 0,1 га составляет 7,2 кг, высевают семена на глубину 1–1,5 см. Довсходовый уход за посевами заключается в их мульчировании опилками с песком слоем 1 см. Эту операцию проводят вручную. Послевсходовый уход за посевами включает уничтожение сорняков, рыхление почвы вращающейся мотыгой МВН-2,8, полив, подкормку растений, борьбу с вредителями и болезнями. Наибольший объем работ в питомнике по уходу составляет рыхление почвы и уничтожение сорняков.

Для исследований были взяты сеянцы ели обыкновенной первого, второго, третьего годов выращивания. Было отобрано по 200 сеянцев каждого возраста. Набор сеянцев проводился по диагональному ходу, проведенному шнуром от начала первого ряда до конца последнего. У сеянцев проводили измерения следующих биометрических показателей:

- высота надземной части (с точностью до 1 мм);
- диаметр корневой шейки (с точностью до 0,01 мм).

Детальное обследование почвы питомника проведена путем закладки основного разреза на глубину 1,5 м с отбором образцов по генетическим горизонтам. На опытных участках определялись: механический состав почвы по Н. А. Качинскому (1958); pH солевой вытяжки потенциометрическим методом; гумус по Б. А. Никитину (1967); содержание усвояемого фосфора и обменного калия — по методу А. Т. Кирсанова (1970) [33]. Результаты наблюдений обрабатывались методом математической статистики с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Высота сеянцев увеличивается с возрастом. Максимального значения высота сеянцев достигает в трехлетнем возрасте и составляет 24,40 см. Минимальное значение рав-

но 3,20 см в однолетнем возрасте. Коэффициент вариации распространяется от 6,44 до 17,25 %, что говорит о среднем уровне изменчивости признака. Максимального значения диаметр сеянцев достигает в трехлетнем возрасте и составляет 5,70 мм. Минимальное значение диаметра сеянцев отмечается в однолетнем возрасте и составляет 1,50 мм. Коэффициент вариации изменяется в пределах от 8,94 % до 25,93 %, что говорит о среднем уровне изменчивости признака. В целом, можно отметить, что диаметр корневой шейки является самым изменчивым признаком во всех возрастах сеянцев. Таким образом, наибольшая изменчивость по всем показателям наблюдается у однолетних сеянцев. Стандартных размеров по всем показателям сеянцы достигают в трехлетнем возрасте.

При выращивании посадочного материала важно следить за водным и температурным режимами. В сухом субстрате замедляется движение фосфора, который отвечает за корнеобразование. Чрезмерный полив вымывает калий, в результате корни могут заразиться корневой гнилью, которая стимулирует дефицит кислорода. Одновременно с поливом сеянцев рекомендуется вносить внекорневые подкормки.

Вывод. Таким образом, почвенно-лесорастительные условия Нижегородской области являются благоприятными для совершенствования технологии выращивания посадочного материала ели обыкновенной в направлении повышения качества, снижения сроков и затрат средств и труда на базе комплексной механизации.

Список литературы

1. Балков В. В. Совершенствование агротехники выращивания сеянцев хвойных пород с применением удобрений в лесных питомниках Пермской области // Лесохозяйственная информация. — 2002. — № 5. — С. 10–20.
2. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Быченкова Т. Н., Клишина Л. И., Храмова О. Ю., Печникова Н. Д. Заселённость гарей на территории Керженского заповедника личинками восточного майского хруща // Труды государственного природного биосферного заповедника «Керженский». Сборник статей. Том. 6. / Под редакцией Печниковой Н. Д. и др. — Нижний Новгород: Издательство ООО «Литера», 2014. — С. 142–152. ISBN: 978-5-9901653-7-3
3. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Горелов А. Н. Влияние технологического режима на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной при кассетном выращивании в теплицах // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общей редакцией Бессчетновой Н. Н. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 87–93.
4. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Клишина Л. И., Храмова О. Ю., Быченкова Т. Н., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Пигментный состав хвои сеянцев сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии — 2014. — Т. 4. — С. 36–51.
5. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Клишина Л. И., Храмова О. Ю., Быченкова Т. Н., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Морфометрические параметры сеянцев сосны с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии — 2014. — Т. 4. — С. 52–67.
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Клишина Л. И., Храмова О. Ю., Быченкова Т. Н., Коршунова Е. Н., Печникова Н. Д. Особенности формирования почвенной энтомофауны на территории Керженского Заповедника // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 68–78.
7. 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. — 2020. — Т. 2 (26). — С. — 34–42.
8. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Щербakov А. Ю. Пигментный состав хвои ели европейской (*Picea abies*) в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 161–166.
9. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Яханова Е. А., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Развитие ксилемы и лигнификация её клеток у сеянцев сосны с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 25–35.
10. Бессчетнов В. П., Лугинина Л. И. Развитие саженцев с закрытой корневой системой в условиях лесосеменных плантаций сосны обыкновенной // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2017. — № 1 (43). — С. 15–20. DOI: 10.12737/article_59367fdd166355.59453835
11. 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
12. 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.

13. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Кулькова А. В., Широков А. И. Корреляция содержания крахмала в тканях побегов представителей рода ель (*Picea A. Dietr.*) // Вестник Казанского государственного аграрного университета. Научный журнал. — 2018. — № 2 [49]. — С. 19–22. DOI: 10.12737/article_5b34ff5f201623.29401443
14. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Носов, С. С. Влияние технологических элементов на рост и развитие сеянцев ели европейской при контейнерном выращивании // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. научн.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 107–114.
15. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Орнатский А. Н., Щербаков А. Ю. Корреляция показателей пигментного состава хвои ели европейской в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. XXXX, № 1. С. 9–17
16. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Храмова О. Ю., Дорожкина Л. А. Стимулирующий эффект препарата Эко-Фус в предпосевной обработке семян ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.) // Агрохимический вестник. — 2017. — № 2. — С. 41–44.
17. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Щербаков А. Ю. Пигментный состав хвои ели европейской (*Picea abies*) в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 161–166.
18. Бессчетнова Н. Н., Кулькова А. В. Сравнительная оценка представителей рода ель (*Picea L.*) по содержанию жиров в тканях годичных побегов // Научные и инновационные разработки молодых ученых-агров: Сборник трудов молодых ученых ФГБОУ ВПО «Нижегородская ГСХА» за 2014–2015 гг. / Под общ. ред. А. Г. Самоделкина, Е. В. Дабаховой и А. А. Романова. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2015. — С. — 53–58.
19. 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 Междунар. науч.-технич. Конф.: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. Ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 13–15.
20. Ершов П. В., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев ели европейской // Хвойные бореальной зоны. — 2017. — Том XXXVI, № 3–4. — С. 29–37.
21. 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.
22. 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. Матер. XVIII Междунар. науч.-тех. конф.: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 60–62.
23. Кулькова А. В., Бессчетнова Н. Н. Грунтовая всхожесть семян ели Шренка при интродукции в Нижегородскую область // Актуальные проблемы лесного комплекса: по итогам международной научно-практич. конференции, 1–30 ноября 2020 г. / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 58. — Брянск: БГИТУ, 2020. — С. 97–100.
24. 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
25. Кулькова А. В., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Многопараметрическая оценка таксономической близости видов ели (*Picea A. Dietr.*) по пигментному составу хвои / А. В. Кулькова, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2018. — № 1 (37). — С. 5–18.
26. 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
27. 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
28. Лабути 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. Матер. XVIII Междунар. науч.-тех. конф.: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 72–74.
29. Лугинина Л. И., Бессчетнов В. П. Лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) в республике Татарстан, созданные посадочным материалом с закрытой корневой системой // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Матер. междунар. науч.-тех. конф.: г. Санкт-Петербург, 24–26 мая 2017 г. Том 1 / Под. ред. В. М. Редько. — СПб.: СПбГЛТУ, 2017. — С. 106–109.
30. Лугинина Л. И., Бессчетнов В. П. Пигментация хвои сеянцев ели обыкновенной (*Picea abies L.*) с закрытой корневой системой // Актуальные проблемы лесного комплекса. Матер. XVIII-ой междунар. науч.-тех. Интернет-конф. «Лес-2017»: г. Брянск, 1–30 мая 2017 г. / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 47. — Брянск: БГИТУ, 2017. — С. 131–137.
31. Лугинина Л. И., Бессчетнов В. П. Эффективность применения посадочного материала с закрытой корневой системой при создании лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) в республике Татарстан // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг. Международный сборник научных статей / Отв. ред. Э. А. Курбанов. — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017. — С. 46–54.

32. Лугинина Л. И., Бессчетнов В. П. Сравнительный анализ лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в республике Татарстан // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы третьей междунар. науч.-тех. конф.: г. Санкт-Петербург, 23–24 мая 2018 г. Том 2 / Под. ред. В. М. Гедьо. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2018. — С. 106–109.

33. Мамонтов, В. Г. Методы определения содержания и состава гумуса почвы. — М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2006. — 105 с.

34. Пентелькина Н. В. Проблемы выращивания посадочного материала в лесных питомниках и пути их решения // Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. тр. Вып. 31. Брянск: БГИТА, 2012. — С. 189–193.

35. Самойлова Л. И., Бессчетнов В. П. Содержание пигментов в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), выращенной по различным технологиям в Республике Татарстан // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. С. 212–219.

36. 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 // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2022. — № 4. — С. 39–51. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-4-39-51

Информация об авторах

ИВАЩЕНКО Николай Никитович — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Заслуженный лесовод Российской Федерации, доцент кафедры лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов — лесные культуры, лесосеменное дело, защитное лесоразведение, автор 26 научных работ.

EXPERIENCE OF GROWING THE PLANTING MATERIAL OF THE COMMON SPRUCE IN THE SEMENOVSKY FORESTRY OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

N. N. Ivashchenko

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

Abstract: the paper presents the results of studying the quality of the planting material of the common spruce in the Semenovskiy forestry of the Nizhny Novgorod region. The diameter of the root neck, the height of the seedlings of the common spruce were determined and the analysis of the main agrochemical indicators was carried out. It is shown that the greatest variability in all indicators is observed in annual seedlings. Seedlings reach standard sizes by all indicators at the age of three. The soil and forest growing conditions of the Nizhny Novgorod region are favorable for improving the technology of growing the planting material of the common spruce.

Keywords: common spruce, nursery, seedling, diameter of the root neck, height of the aboveground part.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СТВОЛА И ШИШЕК ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В АРХИВАХ КЛОНОВ

В. Ф. Коновалов, Д. А. Рафикова, Э. Р. Ханова

Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия

Аннотация. Представлены результаты анализа эндогенной изменчивости морфометрических признаков клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов: диаметра и высоты стволов, размеров кроны, длины, диаметра и массы шишек. Объектом исследования является архив клонов сосны обыкновенной, заложенный в 2004 году на площади 1,0 га в Республике Башкортостан. В регионе крайне незначительна доля лесосеменных плантаций — 451 га. Клоновые плантации сосны обыкновенной созданы на площади 14,5 га. Исследовано 20 клонов плюсовых деревьев, при этом, учитывали имеющийся опыт подобных обследований объектов постоянной лесосеменной базы и единого генетико-селекционного комплекса. Математическая обработка выполнена статистическим, корреляционным, регрессионным, дисперсионным и кластерным анализами. Обоснованы выводы о возможности оценки клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по комплексу изучаемых признаков ствола и шишек и селекционной эффективности созданных архивов клонов данного вида.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, плюсовые деревья, клоновое потомство, архив клонов, крона, шишки.

Введение. Воспроизводство лесов является главным фактором сохранения биоразнообразия и оздоровления окружающей среды. В региональном проекте «Сохранение лесов», утверждённым Правительством Республики Башкортостан 23 апреля 2019 года, предусмотрено довести к 2024 году площади лесовосстановления с 12,9 тысяч гектар до 15,2 тысяч гектар, увеличить объёмы ежегодной заготовки лесных семян с одной тонны до трёх тонн, вырастить посадочный материал в объёме 64,6 миллионов штук. Важное внимание должно быть обращено на повышение качества создаваемых искусственных насаждений за счёт внедрения в процесс воспроизводства лесов высококачественных семян и инновационных технологий выращивания посадочного материала и лесных культур. В первую очередь это имеет отношение к основным лесообразователям, в частности, сосне обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) [11–13, 25–28]. На современном этапе развития лесокультурного производства необходимо обратить внимание на оценку эффективности существующих объектов селекционного семеноводства путем их качественного изучения в морфометрическом, общебиологическом и генетическом аспектах [2–10, 14–21, 23, 24]. [В настоящее время все объекты лесного семеноводства на землях лесного фонда республики утратили свою ценность, не обеспечивают воспроизводство лесов семенами с ценными наследственными свойствами. Здесь требуется натурное обследование объектов постоянной лесосеменной базы (ПЛСБ) и единого генетико-селекционного комплекса (ЕГСК), по результатам которого должно быть принято решение об их селекционной цен-

ности, реконструкции или списании [8, 9, 29–32]. Вопросы селекционного улучшения лесов нашли отражение в государственной программе Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» на 2013–2020 годы и в Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. Они нашли отражение в региональных документах — Лесной план [1] и в Стратегии развития лесного комплекса Республики Башкортостан до 2030 года. В Республике Башкортостан крайне незначительна доля лесосеменных плантаций — 451 га. Клоновые плантации сосны обыкновенной созданы на площади 14,5 га. По другим древесным видам подобные лесосеменные объекты не создавались вообще. В связи с изложенным, в исследованиях на данный объект обращено внимание с целью оценки его селекционной эффективности по ряду морфометрических признаков ствола и репродуктивной сферы.

Цель исследований — выявить закономерности роста и определить состояния существующих архивов клонов сосны обыкновенной по комплексу важных морфометрических признаков и на основе полученных результатов оценить их эффективность и возможность использования в дальнейшем в селекционно-семеноводческих целях.

Объекты, условия и методы. Объектом исследования является архив клонов сосны обыкновенной, заложенный в 2004 году на площади 1,0 га в Ангасякском участковом лесничестве Дюртюлинского лесничества. Архив клонов был создан посадкой привитых сеянцев сосны обыкновенной. В архиве клонов представлено потомство от 20 плюсовых деревьев данного вида, схема разме-

Статистические показатели роста клонов сосны обыкновенной

Показатели ствола	Хср	Дисперсия	M_x	V, %	P_x , %	Min	Max
Высота, м	9,50	2,43	0,35	16,47	3,69	6,20	11,50
Диаметр, см	23,40	14,06	0,86	16,02	3,67	14,00	28,80
Диаметр кроны в ряду, м	5,90	0,93	0,22	16,55	3,72	3,80	8,30
Диаметр кроны между рядами, м	6,10	1,15	0,24	17,32	4,28	4,10	7,90
Прирост осевого побега, м	0,30	0,02	0,02	41,1	5,8	0,20	0,50

щения клонов — 5×5 м, смешение клонов рядовое. На объекте было исследовано 20 клонов плюсовых деревьев вида, при этом, учитывали имеющийся опыт подобных обследований объектов ПЛСБ и ЕГСК [9,10,14–17,19–21]. У деревьев были измерены такие показатели, как высота, диаметр ствола, расстояние до первого живого сучка, диаметр кроны в ряду и между рядами, протяженность кроны, прирост осевого побега за последний год. Полевые работы на опытных объектах проводились с учётом требований лесотаксационной науки и практики. Для изучения изменчивости шишек по их размерным показателям — длине, диаметру и массе с каждого клона отбиралось по 50 шишек. Замеры шишек проводились с использованием электронных штангенциркулей и мерных линеек. В соответствии с существующими рекомендациями [3,11,12], всего было учтено и обмерено 1000 штук шишек сосны обыкновенной. Математическая обработка выполнена статистическим, корреляционным, регрессионным, дисперсионным и кластерным анализами [2–5,7,8,22]. Привлекались программные продукты в среде Microsoft Excel, с применением программы «Анализ данных».

Результаты и обсуждение. В архиве клонов проведен учёт и обмер деревьев сосны обыкновенной по высоте, диаметру ствола, размерам кроны и приросту годичного осевого побега. Анализ роста клонов сосны обыкновенной по основным морфометрическим признакам показал, что средняя высота клоновых потомств сосны обыкновенной равна 9,5 м $\pm 0,35$ м с вариацией признака от 6,2 до 11,5 м и коэффициентом изменчивости 16,47 % (табл. 1).

Пять самых высоких клонов (2/28, 3/27, 6/19, 13/1, 23/11) с высотой ствола более 11,0 метров достоверно превышают среднюю высоту стволов у других клонов сосны обыкновенной. Их количество составляет 25 % от общего числа учтенных клонов. Низкорослые клоны (790/121, 8/29, 9/30, 15/3, 28/16), с высотой стволов — 6,2–7,9 м не превышают 25 % от всей выборки. Все остальные клоны с высотой от 7,9 до 11,0 м составляют 50 %

от общего числа анализируемых деревьев сосны обыкновенной. Можно выделить три группы клонов по высоте стволов: высокие (2/28, 3/27, 6/19, 13/1, 23/11), со средней высотой (1/18, 10/33, 14/2, 18/6, 19/7, 20/8, 22/10, 24/12, 25/13, 26/14), с низкими показателями (790/121, 8/29, 9/30, 15/3, 28/16). Нами установлены следующие закономерности в росте клонов сосны обыкновенной по диаметру ствола (см. табл. 1). По данному показателю можно выделить клоны сосны обыкновенной (790/121, 2/28, 3/27, 6/19, 10/33, 14/2, 23/11), которые имеют диаметры ствола, превышающие среднюю величину, определенную для всей совокупности учтенных деревьев. В группу с диаметром стволов ниже среднего значения, попали клоны 15/3, 19/7 и 28/16. Доля клонов 1/18, 8/29, 9/30, 13/1, 18/6, 20/8, 22/10, 24/12, 25/13, 26/14 со средним диаметром ствола составила 50 %. В целом, для всей совокупности клонов средняя величина диаметра стволов составила 23,4 $\pm$ 0,86 см. с коэффициентом изменчивости признака 16,02 %. По размерам диаметра кроны клонов сосны обыкновенной отмечены следующие закономерности (табл. 1). Величина диаметра кроны у клонов сосны обыкновенной варьируют от 3,8...8,3 м в ряду, со средней величиной 5,9 $\pm$ 0,22 м, и между рядами — 6,1 $\pm$ 0,24 м с вариацией признака от 4,1 до 7,9 м. Коэффициент изменчивости данного признака варьирует от 16,55 % до 17,32 %.

Наибольшими значениями диаметра кроны, по сравнению со средней величиной признака (Total), характеризуются клоны 3/27, 6/19, 9/30 и 10/39. Клоны 20/8, 23/11, 24/12, 26/14 характеризуются несколько меньшими показателями данного признака. Другие клоны сосны обыкновенной имеют размеры, значительно ниже среднего значения признака в целом для анализируемой совокупности древостоев вида. Не менее важным показателем в оценке роста клонов сосны обыкновенной является величина годичного осевого прироста по высоте (см. табл. 1). Для всей совокупности клонов величина прироста составила 0,35 $\pm$ 0,22 м, с вариальностью признака — 0,2...0,5 м и коэффициентом изменчивости — 41,1 %. Наиболее вы-

Морфометрические характеристики шишек клонов сосны обыкновенной

Показатели	X, cp	M_x	$V, \%$	$P, \%$	Min	Max
Длина шишки, мм	35,6	0,78	8,2	2,2	30,9	39,6
Диаметр шишки, мм	16,6	0,23	13,1	1,4	13,1	22,3
Масса шишки, г	5,3	0,19	36,3	3,6	2,5	9,8
Длина хвои, мм	66,7	3,4	13,0	5,1	56,2	91,9
Ширина хвои, мм	1,3	0,04	31,4	3,1	0,5	2,0
Толщина хвои, мм	0,5	0,01	26,2	2,0	0,3	0,8



Рисунок 1 — Изменчивость длины шишек клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной



Рисунок 2 — Изменчивость диаметра шишек клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной

сокий осевой прирост побега текущего года — до 0,5 м выявлен у клонов 1/18, 2/18, 3/27, 6/19, 8/29 и 10/33. Клоны 14/2, 20/8 и 24/12 характеризуются величиной прироста не менее 0,4 м. У других клонов сосны обыкновенной прирост осевого побега существенно ниже среднего значения признака, определенного для всей совокупности изучаемых насаждений. В нашем исследовании важное внимание было уделено изучению морфометрических признаков шишек. Результаты обмера шишек с расчётами основных статистик приведены в таблице 2.

Отмечено, что средние значения длины шишек клонов сосны обыкновенной составляют $35,6 \pm 0,78$ мм с вариацией признака от 30,9

до 39,6 мм, диаметра — $16,6 \pm 0,23$ мм, массы — $5,3 \pm 0,19$ г. Величина изменчивости анализируемых признаков варьирует в пределах 13,1–36,3 % с минимальными значениями 13,1 мм и 2,5 г и максимальными — 22,3 мм и 9,8 г соответственно. В оценке роста и развития сосны обыкновенной важная роль отводится состоянию хвои, и прежде всего, её размерам. В своих исследованиях мы затронули данную проблему, так как по её размерным характеристикам мы можем дать более объективную оценку качества клонов сосны обыкновенной в селекционном аспекте. Приведенные данные о размерах хвои клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной свидетельствуют в целом о её удовлетворительном состоянии и развитии. Длина

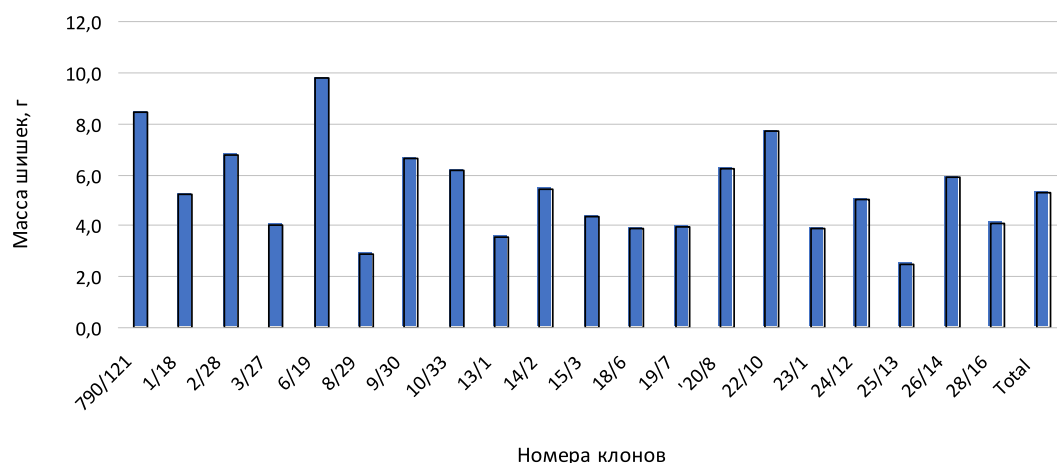


Рисунок 3 — Изменчивость массы шишек клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной

хвои клонов вида составляет $66,7 \pm 3,4$ мм с минимальными и максимальными значениями признака от 56,2 мм до 91,9 мм, ширина хвои $-1,3 \pm 0,04$ мм с вариацией 0,5–2,0 мм, толщина $-0,5 \pm 0,01$ мм с вариацией показателя от 0,3 до 0,8 мм. Коэффициент изменчивости изучаемых признаков находится в пределах от 13,0 % до 31,4 %.

Различие клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по длине шишек в архивах клонов наглядно отражено на рисунке 1. Наибольшими величинами по данному признаку характеризуются клоны 6/19, 9/30, 20/822/1024/12 и 26/14.

У клонов 3/27, 8/29, 18/6 и 25/13 длина шишек значительно ниже средней величины данного признака, определенного для всей совокупности учтенных клонов. Достаточно выраженные различия между клонами сосны обыкновенной отмечены по диаметру шишек (рис. 2).

Лучшими показателями по величине диаметра шишек характеризуются клоны сосны обыкновенной 22/10, 1/18, 6/19, 9/30, 10/33, 20/8 и 28/16. Ниже среднего уровня значения по этому признаку отмечены диаметры шишек у клонов 13/1, 14/2, 15/2 и 18/6.

По массе шишек выявлены аналогичные закономерности в изменчивости признака между клонами сосны обыкновенной (рис. 3).

Более полновесными шишками отличаются клоны 770/121, 2/28, 6/19, 20/8 и 22/10. Мелкие шишки с низким весовым статусом отмечены у клонов 8/29, 18/1.18/6, 19/7, 23/1 и 25/13. По комплексу изучаемых признаков шишек, в обобщенном аспекте, наиболее лучшими являются клоны сосны обыкновенной 720/121, 6/19, 22/10, 20/8, что подтверждается натурными обследованиями архивов клонов сосны обыкновенной.

Учитывая наличие различных групп клонов сосны обыкновенной, достаточно наглядно отличающихся по изучаемым признакам шишек, нами построена дендрограмма их сходства с целью группировки по близким кластерам (рис. 4).

Анализируя полученные данные кластеризации 20 клонов сосны обыкновенной, можно констатировать следующее. На условном расстоянии дистанции присоединения кластера, более 5 единиц, мы получаем 1 кластер: кластер 1-клон С_6, отдельный от всех других клонов; кластер 2, объединяющий клоны С_5, С_10, С_11, С_16 и С_17 на дистанции менее 4 единиц кластер 3, включающий клоны С_4, С_8, С_12, С_15, С_18 и С_20. Наибольшая группа клонов сосны объединена в 4 кластер с дистанцией 2 и менее единиц: клоны С_1, С_2, С_3, С_7, С_9, С_13, С_14 и С_19. Клоны сосны обыкновенной внутри полученных кластеров по комплексу признаков шишек ближе друг к другу, по сравнению с клонами разных кластеров.

Выявленные различия могут быть обусловлены генетическими факторами, а также отсутствием должного лесоводственного ухода за клонами сосны обыкновенной в архиве клона. Такой анализ, по нашему мнению, является разведочным для более основательных исследований в дальнейшем. Объединение клонов по кластерам, в целом, соответствует выше приведенным результатам оценки различий клонов сосны обыкновенной, сгруппированных по уровню искомых значений анализируемых признаков вегетативных и генеративных органов деревьев вида.

Наряду с вышеизложенным, нами был проведен регрессионный анализ по признакам замера шишек, приведенных в таблице 2. Его задачей являлась оценка связи между количественными

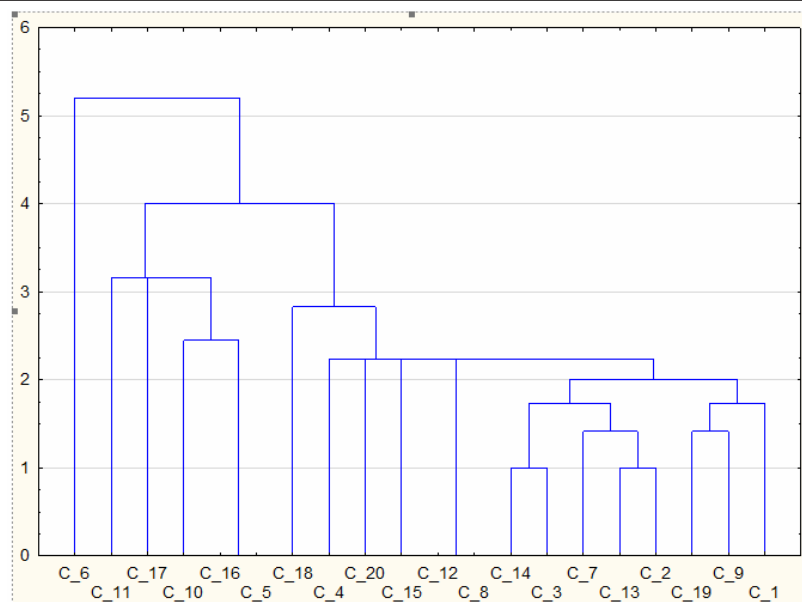


Рисунок 4 — Дендрограмма сходства клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по размерам и массе шишек

Таблица 3

Взаимозависимость варьирования признаков шишек клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной

Признаки	Уравнения	R ²	t-статистика коэффицентов		Критерий Фишера	
			a	b	F _{факт.}	F ₀₅
Признак 1 — длина шишки, мм						
Признак-2	y=21,4+0,80x	0,42	5,40	3,61	13,04	3,89E-05
Признак-3	y=29,1+1,21x	0,68	26,6	6,24	38,96	6,89E-06
Признак 2 — диаметр шишки, мм						
Признак-1	y=20,9+0,88x	0,44	5,37	3,79	14,4	0,0038
Признак-3	y=12,9+0,68x	0,38	11,32	3,32	11,05	1,52E-09
Признак 3 — масса шишки, г						
Признак-1	y= −14,7+0,56x	0,64	- 4,57	0,09	38,24	- 21,531
Признак-2	y= −3,47+0,54	0,35	-1,21	3,09	9,58	0,0062

Примечание: R² — показатель достоверности аппроксимации; a — коэффициент при аргументе уравнения; b — свободный член уравнения; t-статистика — значение критерия Стьюдента для оценки коэффициентов уравнения при $t_{05}=1,96$; F_{факт.} — фактическое значение критерия Фишера; F₀₅ — табличное значение критерия Фишера.

переменными шишек. Уравнения прямой линии, которые удалось построить по результатам регрессионного анализа, в целом адекватно описывают зависимость изменений одного показателя шишек клонов от характера варьирования другого (табл. 3).

Длина шишек достаточно заметно связана с показателями диаметра шишки — $y=21,4+0,80x$ (R²=0,42) и её массой — $y=29,1+1,21x$ (R²=0,68). Аналогичные закономерности установлены между диаметром шишки и её длиной и массой, между массой шишки и её длиной и диаметром. Коэффициент детерминации варьирует от 0,35 до 0,64 единиц. Различия между клонами сосны обыкновенной по изучаемым признакам являются достаточно убедительными. Следует отметить, что коэффициенты

при аргументе и свободные члены уравнений, в основном, были достоверными: их расчетные t-статистики превосходили критический порог на 5-процентном уровне значимости. Существенность установленной связи в полученных уравнениях зависимости между характеристиками шишек клонов сосны обыкновенной подтверждена опытными критериями Фишера: в большинстве случаев они превышают соответствующие критические значения.

Выводы

1. Плюсовые деревья сосны обыкновенной, представленные в архивах клонов, изучение которых проведено по комплексу морфометрических признаков, играющих важное значение в оценке их роста и развития, характеризуются различными

их параметрами. Выделены клоны сосны обыкновенной, имеющие высокие показатели по диаметру, высоте стволов, размеру кроны, приростам годовичного осевого побега и размерам шишек.

2. Различия в таксационных показателях клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной, выделенных по комплексу ценных признаков в составе клоновых плантаций, соответствуют уровню существенных различий, что указывает на специфику их генотипов.

3. Степень сходства между собой клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам стволов и шишек неоднозначна, как в разрезе их массива на клоновой плантации, так и в отношении отдельных изучаемых признаков, что подтвер-

ждено статистическими расчетами, регрессионным анализом. Данное обстоятельство указывает на различный уровень неидентичности каждого из плюсовых деревьев по отношению к остальным в их рассматриваемой совокупности.

4. Состояние клонов сосны обыкновенной на клоновой плантации, в целом, является удовлетворительным, однако не проводятся своевременные агротехнические и лесоводственные мероприятия на данном селекционном объекте. Это существенно минимизирует реализацию генетического потенциала клонов сосны обыкновенной в их фенотипе, что влечет за собой недостаточный уровень селекционной эффективности созданных архивов.

Список литературы

1. Лесной план Республики Башкортостан [Текст]. — 2018. — 248 с.
2. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методом многомерного анализа // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 2/326. — С. 58–64.
3. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по параметрам шишек // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 06. — С. 13–16.
4. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная идентификация плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в кластерном анализе по параметрам шишек // Известия Оренбургского аграрного университета. — 2012. — № 3 (35). — С. 8–11.
5. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по морфометрическим параметрам семян // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2013. — № 3 (95). — С. 11–16.
6. Бессчетнова Н. Н. Поликросс-тест в определении оценок общей комбинационной способности сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2009 г. Выпуск 22. — Брянск: БГИТУ, 2009. — С. 10–14.
7. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 07. — С. 9–14.
8. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.
9. Бессчетнова Н. Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2013. — № 07. — С. 11–15.
10. Бессчетнова Н. Н. Генотипическая неидентичность плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала // Известия Оренбургского аграрного университета. — 2013. — № 4 (42). — С. 20–23.
11. 3. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2015. — 586 с.
12. 4. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — 382 с.
13. 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.
14. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Индекс генотипического несходства плюсовых деревьев как критерий их совместимости на лесосеменных плантациях // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2016 г. Выпуск 44. — Брянск: БГИТУ, 2016. — С. 13–16.
15. 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: 10.21178/2079–6080.2022.2.18
16. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Михалюк А. В., Горелов А. Н., Орнатский А. Н. Изменчивость и корреляция таксационных показателей плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации во Владимирской области // Хвойные бореальной зоны. — 2022. — Т. XL, № 4. — С. 259–268.

17. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Оганян Т. А. Таксационные показатели вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в архивах клонов в Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. науч.-практ. конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / Под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 115–122.
18. 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
19. Бессчетнова Н. Н., Горелов Н. И., Козлов Н. А., Идентификационное значение угла крепления ветвей при изучении вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесоводство Нижегородской области на рубеже веков: Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2004. — С. 28–43.
20. Горелов А. Н., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Таксационные показатели испытательных культур сосны обыкновенной в Нижегородской области // 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.
21. 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.
22. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Издание пятое, дополненное и переработанное. — М.: Колос, 1985. — 416 с.
23. Ефимов Ю. П. Генетико-селекционная оценка объектов постоянной лесосеменной базы // Генетика и селекция — на службе лесу: матер. междунар. науч. конф., Воронеж, 28–29 июня 1996 г. Воронеж: Изд-во НИИЛГиС, — 1997. — С. 298–307.
24. Ефимов Ю. П. Семенные плантации в селекции и семеноводстве сосны обыкновенной. — Воронеж: Истоки, 2010. — 253 с.
25. 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г. Ответственный редактор С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 60–62.
26. Лабутина 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: г. Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 72–74.
27. Лугинина Л. И., Бессчетнов В. П. Лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в республике Татарстан, созданные посадочным материалом с закрытой корневой системой // Леса России: политика, промышленность, наука, образование / Под ред. В. М. Редько. Материалы международной научно-технической конференции: г. Санкт-Петербург, 24–26 мая 2017 г. Том 1. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2017. — С. 106–109.
28. Лугинина Л. И., Бессчетнов В. П. Сравнительный анализ лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в республике Татарстан // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы третьей международной научно-технической конференции: г. Санкт-Петербург, 23–24 мая 2018 г. Том 2 / Под ред. В. М. Редько. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2018. — С. 106–109.
29. Потылев В. Г. Проблемы лесного селекционного семеноводства // Лесохозяйственная информация. — 1997. — № 3. — С. 14–30
30. Сорокин Д. М., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной величине годовых приростов // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. С. 113–118.
31. Krakau U.-K., Liesebach M., Aronen T., Lelu-Walter M.A., Schneck V. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) // Forest Tree Breeding in Europe: Current State-of-the-Art and Perspectives. Managing Forest Ecosystems, — 2013, — v. 25, ch. 4, — pp. 267–323. DOI: 10.1007/978-94-007-6146-9_6
32. Zerbe S., Wirth P. Non-indigenous plant species and their ecological range in Central European pine (*Pinus sylvestris* L.) forests // Annals of Forest Science, —2006. — v. 63, no. 2, — pp. 189–203. DOI: 10.1051/forest:2005111

Сведения об авторах

КОНОВАЛОВ Владимир Фёдорович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный лесовод Российской Федерации, Заслуженный лесовод Республики Башкортостан, профессор кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия. Область научных исследований — селекция, генетика и воспроизводство лесов. Автор 171 научной публикации. ORCID: 0000-00032020-5540/ mail: konovalov-48@mail.ru

РАФИКОВА Дина Анваровна — ассистент кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна, Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия. Область научных исследований — селекция, генетика и воспроизводство лесов.

ХАНОВА Эльвира Рифовна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства и ландшафтного дизайна, Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, Россия. Область научных исследований — селекция, генетика и воспроизводство лесов.

VARIABILITY OF MORPHOMETRIC FEATURES OF TRUNKS AND CONES OF COMMON PINE TREES IN CLONE ARCHIVES

V. F. Konovalov, D. A. Rafikova, E. R. Khanova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Bashkir State Agrarian University» Ufa, Russia

Annotation. The results of the analysis of endogenous variability of morphometric features of clones of plus-sized pine trees in the archives of clones are presented: diameter and height of trunks, crown sizes, length, diameter and mass of cones. The object of the study is the archive of clones of scots pine, founded in 2004 on an area of 1.0 hectares in the Republic of Bashkortostan. In the region, the share of forest-seed plantations is extremely insignificant — 451 hectares. Clone plantations of scots pine have been created on an area of 14.5 hectares. 20 clones of plus trees were studied, while taking into account the existing experience of such surveys of objects of a permanent forest seed base and a single genetic breeding complex. Mathematical processing is performed by statistical, correlation, regression, variance and cluster analyses. Conclusions are substantiated about the possibility of evaluating clones of plus-sized pine trees by the complex of studied trunk and cones features and the breeding efficiency of the created archives of clones of this species.

Keywords: Scots pine, plus trees, clone progeny, clone archive, crown, cones.

УДК 630*232.4(571.151)

ФОРМИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В СРЕДНЕГОРНОМ ПОЯСЕ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Е. А. Леонов, А. В. Романико, А. А. Маленко

Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул, Россия

Аннотация: рассматривается формирование 47-летних искусственных насаждений сосны, созданных в площадках на черноземовидных слабомощных суглинках в среднегорном высотном поясе Республики Алтай. Искусственные сосняки, пройденные умеренным изреживанием, имеют лучшее соотношение деревьев различных размеров, участвующих в формировании древесного полога, чем загущенные древостои. Рост изреженных культур соответствует I, а загущенных II классу бонитета. Высокополнотные культуры сосны оказались более продуктивными (510 м³/га), чем изреженные (339 м³/га). Рубки ухода способствовали улучшению таксационных показателей, качественного состояния и сортиментной структуры древостоя, в сравнении с насаждением без ухода. Рост культур сосны по высоте характеризуется восходящим трендом. Кульминация прироста сосны в высоту наступает в возрасте 14 лет. Формирование 47-летних искусственных насаждений сосны, созданных в площадках на черноземовидных слабомощных суглинках, проходит по закономерностям, свойственным древостоям других регионов России.

Ключевые слова: Среднегорье Алтая, культуры сосны, изреживание, полог, таксационные показатели, рост.

Введение. Выращивание искусственных лесов может быть успешным только при выполнении комплекса научно-обоснованных мероприятий, обеспечивающих оптимальные экологические условия для главной породы на протяжении всего процесса лесокультурного производства [7]. Многолетние исследования по породному составу уже существующих посадок показали, что в Горном Алтае, при лесовосстановлении следует ориентироваться

на лиственницу, ель, пихту и кедр сибирский [6]. С участием этих древесных пород в Онгудайском лесничестве было создано около 4 тыс. га лесных культур. При этом сосне обыкновенной не было уделено должного внимания. Единично встречающиеся здесь культуры сосны на склонах окружающих гор, поросших лиственницей, являются интразональным проявлением и представляют собой интересный объект, требующий скорейшего изучения.

Цель исследований — установить особенности роста и формирование лесных культур сосны обыкновенной с перспективой выращивания искусственных насаждений в среднегорном поясе Республики Алтай.

Объекты, условия и методы. Исследования проведены в чистом по составу искусственном насаждении сосны обыкновенной в возрасте 47 лет, расположенном в Онгудайском лесничестве Республики Алтай. Культуры созданы на площади 7,0 га, занимают нижнюю часть восточного склона, крутизной 10°. Рельеф — типично горный, склоны крутые и хорошо инсолируемые. Высота над уровнем моря составляет — 1000 м. Ранее на месте культур произрастал естественный лиственничник, который был сплошь вырублен. Исходный тип леса — спирейно-злаково-разнотравный.

Обработка почвы ручная, площадками размером 1×1 м на глубину 20 см. Направление рядов с площадками вдоль по склону. При расстоянии между центрами площадок 2–2,5 м, подготовлено 1,5 тыс. пл./га, в которые было высажено по 5 шт. сеянцев сосны, что обеспечило исходную густоту 7,5 тыс. шт./га. Посадка сосны весенняя, 2-летними сеянцами, выращенными в питомнике лесхоза.

Почвы — черноземовидные оподзоленные слабощелочные суглинки. Мощность гумусового горизонта около 20 см, имеется значительная примесь щебня, подстилаяющая материнская порода залегает на глубине около 25–30 см. Живой напочвенный покров в культурах хорошо развит, видовой состав представлен разнотравьем, преимущественно злаками. Проектное покрытие 100 %, что способствовало формированию дернины мощностью 8–10 см. Возобновление сосны отсутствует. Всего было заложено две пробные площади, одна в естественной формирующейся части насаждения, во второй части было проведено прореживание умеренной интенсивности 10 лет назад.

Каждая пробная площадь (ПП) закладывалась в соответствии требованиями ОСТ 56–69–83 [5]. Сплошной пересчет деревьев по диаметру на высоте 1,3 м проведен с помощью штангенциркуля. Одновременно каждому дереву присваивался класс роста и развития по Крафту, в зависимости от сте-

пени развития кроны и занимаемого деревом положения в насаждении, а также категория качества стволов с разделением их на деловые, полуделовые и дровяные. Отдельно учитывались ветровальные, буреломные, сухостойные и поврежденные вредителями и болезнями деревья.

В опытных насаждениях было отобрано, а затем спилено модельных деревьев среднего размера. Обработка модельных деревьев и анализ стволов проводился по методике В. К. Захарова (1967). Объемы отрезков вычислялись по математическим формулам. Расчеты таксационных показателей проводили по общепринятым в лесной таксации методам [1,4], запасы — по объемным таблицам сосны [2,3].

Результаты и обсуждение. При обследовании культур сосны установлено, что насаждение, на всем протяжении роста формировалось в условиях сомкнутого древесного полога. Затенение почвы способствовало вытеснению светолюбивого кустарника спиреи в изреженные места за пределами культур. В результате чего, исходный тип леса — спирейно-злаково-разнотравный сменился на тип леса — сосняк разнотравный (РТ). В возрасте исследования древесный полог загущенного древостоя при густоте близкой к 3,5 тыс. шт. деревьев на 1 га, сформирован кронами деревьев I и II классов роста (26 %) и частично (33 %) III класса роста (табл. 1).

Вследствие загущенности, в древостое ПП-2 процесс отмирания проходит за счет деревьев (40 %), в различной степени отставших в росте. В изреженном древостое на долю деревьев средних размеров (III класс роста) приходится так же основное количество деревьев (44 %). Доля наиболее крупномерных деревьев, относящихся к I и II классам роста выше на 9 %, а отставших в росте (IV–V классы) меньше на 20 %, чем в загущенном древостое. В целом, в изреженном древостое средний класс роста и развития деревьев значительно выше, чем в загущенном древостое. Изреживание умеренной интенсивности привело к улучшению освещенности кроны оставшихся деревьев и поверхности почвы, что способствовало интенсивному развитию разнотравной формации под пологом этого древостоя. В процессе естественного роста загущенные

Таблица 1

Распределение деревьев по классам роста в 47-летних культурах сосны

№ ПП	Состояние древостоев	Густота, шт./га	Классы роста, %						
			I	II	III	IVa	IVб	Va	средний
1	С уходом	1632	14,9	20,9	44,0	18,4	1,8	-	II,7
2	Без ухода	3472	14,0	12,4	33,2	10,9	18,6	10,9	III,1

Таксационная характеристика 47-летних культур сосны

№ ПП	Состояние древостоев	Средние		Густота, шт./га	Класс бонитета	Полнота, единицы	Сумма площадей сечения, м ² /га	Запас, м ³ /га	
		диаметр, см	высота, м					Растущих деревьев	сухостоя
1	С уходом	18,9	18,9	1632	I	1,2	45,7	339	2
2	Без ухода	16,3	15,6	3472	II	2,1	72,0	510	26

культуры сосны формировались по II классу бонитета, тогда как в изреженной части насаждения по I классу бонитета. Это произошло как за счет механического увеличения средней высоты древостоя под воздействием изреживания, так и за счет более высокого текущего прироста оставшихся на корню деревьев (табл. 2). Средний диаметр сосны в изреженных культурах больше, чем в культурах без изреживания, а показатели густоты, суммы площадей сечений и запаса меньше.

В древостоях снижение густоты проходило как за счет естественного отпада, так и под воздействием рубок ухода. На период учета большее количество отпада, как по количеству, так и по массе, имелось в загущенном древостое. В обоих случаях процесс отмирания деревьев проходил естественным путем и носил низовой характер, что подтверждается более низким средним диаметром отмерших деревьев. В загущенном древостое средний диаметр сухостоя в 2,3 раза, а в изреженном в 1,3 раза меньше средних диаметров этих древостоев. Признаков повреждения деревьев вредителями и болезнями леса, а также буреломных и ветровальных деревьев не обнаружено, что свидетельствует о формировании устойчивых насаждений. Сложившиеся лесорастительные условия отразились на качестве стволов и сортиментной структуре древостоев. На варианте с умеренным изреживанием доля деловых стволов составила 99 %, а в естественно формирующемся насаждении — 75 %. Сортиментная структура в лесных культурах на варианте с изреживанием представлена долей деловой древесины от общей стволовой массы — 78 %, дровяной — 5 %, отходов — 17 %. Из деловой преобладает мелкая — 40 %, среднетоварная — 38 %. В загущенном насаждении (ПП-2) эти показатели значительно ниже: доля деловой древесины — 69 %, дровяной — 16 %, отходов — 15 %. Из деловой преобладает мелкая — 39 %, среднетоварная — 30 %.

Из данных замеров ствола модельного дерева среднего размера следует, что основная масса древесины ствола сосредоточена в первых трех отрезках, имеющих общую длину 4,94 м и составляет —

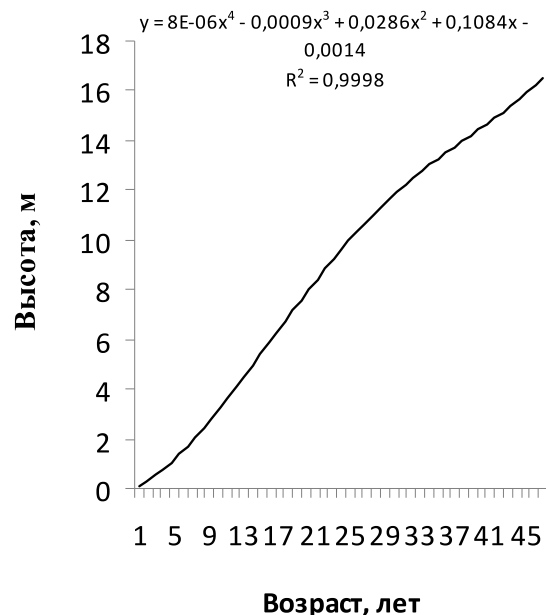


Рисунок — Ход роста лесных культур сосны в высоту

54,7 %. На объем трех отрезков центральной части ствола (4–6 отрезки) приходится 33,8 % древесины и на оставшиеся 7–8 отрезки и вершину ствола приходится в сумме 11,5 %. Рассчитав объем модельного дерева с параметрами диаметра ствола на высоте 1,3 м равным 18 см и длине — 16,45 м, его объем составил 0,1775 м³. При равных данных ствола дерева, его объем в коре, рассчитанный по объемным таблицам Н. П. Анучина [2], оказался больше объема модельного дерева на 13,6 %. При аналогичном сравнении объемов стволов модельного дерева и рассчитанного по объемным таблицам [3], рекомендованным для пользования в ленточных борах Алтайского края, разница в определении объемов составила +1 %. Незначительное расхождение в объеме ствола сосны, рассчитанного по таблицам [2,3], сделало возможным их использование при расчете запасов древесины в исследуемых культурах сосны. Рост культур сосны по высоте характеризуется восходящим трендом (рисунок).

Интенсивный прирост в высоту начинается с 3-летнего возраста. Кульминация прироста сосны в высоту наступает в возрасте 14 лет, при абсолютном значении 56 см, а затем снижается. За ис-

следуемый период прирост по высоте подвергался резким изменениям по годам, что, по-видимому, связано с цикличностью климата и количеством выпадающих осадков.

Выводы

1. Формирование 47-летних искусственных насаждений сосны, созданных в площадках на черноземовидных слабомощных суглинках сформированных в условиях разнотравного типа леса, проходит по закономерностям, свойственным древостоям других регионов России.

2. Искусственные сосняки, пройденные умеренным изреживанием, характеризуются лучшим соотношением деревьев различных размеров, участвующих в формировании древесного полога, чем в загущенном древостое.

3. Рост изреженных культур сосны соответствует I классу бонитета, а загущенных II классу бонитета. Высокополнотные культуры сосны с запасами $510 \text{ м}^3/\text{га}$ оказались продуктивнее изреженного древостоя ($339 \text{ м}^3/\text{га}$). Процесс самоизреживания наиболее интенсивно протекает в загущенных культурах сосны.

4. Изреживание проведенное в культурах сосны, способствовало улучшению таксационных показателей, качественного состояния и сортиментной структуры древостоя, в сравнении с насаждением без ухода. Рост культур сосны по высоте характеризуется восходящим трендом. Кульминация прироста сосны в высоту наступает в возрасте 14 лет, что следует учитывать при проведении первого изреживания.

Список литературы

1. Анучин Н. П. Лесная таксация. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 512 с.
2. Анучин Н. П. Сортиментные товарные таблицы. — М.: Лесн. пром-сть, 1968. — 479 с.
3. Дударев А. Д., Косарев Г., Липчанский М. С., Сивков В. Я. Объемные и сортиментные таблицы для сосны, пихты и кедра Алтайского края и Кемеровской области. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1973. — 91 с.
4. Захаров В. К. Лесная таксация. — М.: Лесн. пром-сть, — 1967. — 406 с.
5. 3. ОСТ 56–69–83 Пробные площади лесоустроительные, метод закладки. — 59 с.
6. Парамонов Е. Г., и др. Лесовосстановление на Алтае. — Барнаул, 2000. — 311 с.
7. Родин А. Р. Лесные культуры. — М.: Изд-во Моск. гос. ун-та леса. — 2002. — 268 с.

Информация об авторах

ЛЕОНОВ Евгений Александрович — магистр, Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия. Область научных интересов — таксация и лесоустройство лесов Алтая. E-mail: fgaukafles@mail.ru

РОМАНИКО Артем Валерьевич — магистр, Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия. Область научных интересов — таксация и лесоустройство лесов Алтая. E-mail: askulte@gmail.ru

МАЛЕНКО Александр Анатольевич — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесного хозяйства, Алтайский государственный аграрный университет, г. Барнаул. Область научных интересов — формирование искусственных и естественных древостоев, рубки ухода и главные рубки, пирология, возобновление и искусственное лесовосстановление, автор 135 научных публикаций E-mail: malenko51@mail.ru

FORMATION OF ARTIFICIAL PLANTATIONS OF SCOTCH PINE IN THE MID-MOUNTAIN BELT OF THE ALTAI REPUBLIC

E. A. Leonov, A. V. Romaniko, A. A. Malenko
Altai State Agrarian University, Barnaul, Russia

Abstract: the formation of 47-year-old artificial plantations of pine, created in areas on chernozem-like weak loams in the mid-mountain high-altitude belt of the Altai Republic, is considered. Artificial pine forests subjected to moderate logging have a better ratio of trees of various sizes involved in the formation of the tree canopy than thickened forest stands. The growth of sparse cultures corresponds to class I, and thickened cultures to class II. High-density pine crops turned out to be more productive [$510 \text{ m}^3/\text{ha}$] than sparse ones [$339 \text{ m}^3/\text{ha}$]. Logging contributed to the improvement of taxation indicators, quality and assortment structure of the forest stand, in comparison with planting without care. The growth of pine crops in height is characterized by an upward trend. The culmination of pine growth in height occurs at the age of 14 years. The formation of 47-year-old artificial plantations of pine, created in sites on chernozem-like weak loams, follows the patterns characteristic of forest stands in other regions of Russia.

Keywords: Altai Middle Mountains, pine crops, logging, canopy, cruising, growth.

АДАПТАЦИЯ РОССИЙСКИХ СОРТОВ КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ В УСЛОВИЯХ *EX VITRO*

С. С. Макаров^{1,2}, Г. Ю. Makeeva¹, Е. И. Куликова³, А. Н. Кульчицкий²

¹Филиал ФБУ ВНИИЛМ «Центрально-европейская лесная опытная станция»

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова

³Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина

Аннотация. В статье приведены результаты исследований полученных *in vitro* растений клюквы крупноплодной трех сортов российской селекции к нестерильным условиям и к условиям открытого грунта для создания плантаций лесных ягодных растений. При адаптации клюквы крупноплодной *ex vitro* в кассетах на различных субстратах (торф верховой, торф + песок 1:1, кокосовый субстрат) наилучшая приживаемость растений (90–98%) через месяц после пересадки отмечена в мае, при этом наибольшие показатели (94–99%) получены на субстрате из верхового торфа. С добавлением в субстрат препаратов Микогель и Биомикориза отмечено повышение приживаемости клюквы крупноплодной *ex vitro*, при этом самые высокие показатели (96–100%) у выявлены при концентрации препаратов 0,2 мг/л. Через месяц после пересадки адаптированных растений клюквы на верховой торф в условия открытого грунта их приживаемость составила 100%.

Ключевые слова: клюква крупноплодная, клональное микроразмножение, *ex vitro*, адаптация, субстрат, торф, приживаемость, микориза.

Введение. Вопрос о рекультивации земель, вышедших из-под торфодобычи, и дальнейшем их использовании имеет важное природоохранное и народнохозяйственное значение. Большинство торфяников бедны питательными веществами, отличаются резко выраженной кислой реакцией и имеют крайне низкую естественную продуктивность [4]. Однако при соответствующем подборе культур, способных произрастать на данных площадях, гектар таких торфяников может обеспечить достаточно высокую биологическую продуктивность. Создание на выработанных торфяниках посадок дикорастущих ягодных растений способствует рациональному использованию земель лесного фонда, вышедших из-под торфодобычи. При этом происходит восполнение потерь природных ресурсов ягод путем их культивирования [8,9]. В настоящее время создание промышленных плантаций лесных ягодных растений в России имеет большое практическое и актуальное значение, поскольку позволяет решить целый ряд проблем лесного и сельского хозяйства, таких как постоянно возрастающий спрос на ягодную продукцию хозяйственно ценных в лекарственном и пищевом отношении видов, рекультивация нарушенных нелесных земель, истощение естественных запасов ягодников и т.д. [3]. На сегодняшний день промышленные плантации клюквы имеются лишь в ряде стран (Канада, США, Беларусь и др.). Выращивание клюквы крупноплодной на плантациях имеет некоторые преимущества перед клюквой болотной за счет возможности технологически эффективного механического сбора урожая. При

этом для получения высококачественной ягодной продукции в условиях европейской части России (особенно в северных регионах) целесообразно использовать высокопродуктивные и зимостойкие сорта и гибридные формы, адаптированные к природно-климатическим условиям районов выращивания [5,8,9]. При создании ягодных плантаций целесообразно использовать метод клонального микроразмножения, позволяющий в короткие сроки в лабораторных условиях получать большое количество генетически однородного и оздоровленного посадочного материала [2,7]. Адаптация растений-регенерантов к почвенным нестерильным условиям *ex vitro* — самый ответственный этап и заключительный процесс клонального микроразмножения. Для адаптации пробирочных растений в почвогрунт самым благоприятным временем года считается период со 2-й декады марта до 1-й декады июня, когда растения с хорошо развитой корневой системой с 5–7 листьями способны адаптироваться к условиям *ex vitro*. Во многих случаях условия *ex vitro* характеризуются гибелью растений, которые вынуждены переходить с гетеротрофного питания на автотрофное, что связано со структурной и функциональной перестройкой организма в новых условиях культивирования. Для улучшения роста и развития культивируемых растений при их адаптации к почвенным условиям также используются препараты биологического происхождения, содержащие в своей основе микоризу (грибокорень) или грибы, образующие микоризу с корнями растений (симбиоз). Микориза обладает мощным противогрибковым и противо-

микробным действием, способствует улучшению приживаемости растений, усилению корнеобразования, повышению устойчивости растений к болезням и к стрессу из-за неблагоприятных погодных условий и неправильного уровня кислотности (pH) почвы, повышению плодородия почвы, улучшению общего иммунитета растений, ускорению роста и развития корней и цветения, увеличению урожайности ягодных растений. Повышение концентрации биогенных элементов в субстрате за счет внесения минеральных подкормок снижает степень микоризации корней, при этом также повышается эффективность поглощения воды и питательных веществ [6,10].

Цель исследований — установить влияние субстрата и использования биопрепаратов на микоризной основе на приживаемость растений клюквы крупноплодной российской селекции, полученных методом клонального микроразмножения, при адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* и в условиях открытого грунта.

Объекты, условия и методы. В качестве объектов исследования использовали растения клюквы крупноплодной (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) новых сортов российской селекции (Волжанка, Мерянка, Славянка), полученные методом клонального микроразмножения на базе Центрально-европейской ЛОС ВНИИЛМ и Вологодской ГМХА им. Н. В. Верещагина. Для выращивания в культуре *in vitro* использовали питательные среды Андерсона (AN) и Woody Plant Medium (WPM). На этапе адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* полученные растения с хорошо развитой корневой системой доставали пинцетом из пробирки и промывали корни в 1 % растворе KMnO_4 (слабо розовый цвет) для предотвращения развития патогенной микрофлоры. Укорененные растения пересаживали в кассеты с объемом ячейки $81,7 \text{ см}^3$ с различными по составу субстратами и поливали водой. Предварительно субстраты проливали 5 %-ным раствором перманганата калия и оставляли на 14 дней в темном месте. В качестве субстратов использовали: торф верхового (pH_{KCl} — 2,8...3,5) и переходного (pH_{KCl} — 3,8...4,5) типа; смесь торфа с песком (в соотношении 1:1); кокосовый субстрат. Кассеты с адаптируемыми растениями ставили в условия освещения 8000 лк, температуры +25 °C и влажности 80...90 %. В течение 14 суток растения ежедневно опрыскивали водой, после чего проводили первую подкормку 1/5 минеральным составом среды WPM. Через 10 суток провели первую ревизию растений. Дальнейшее выращивание проводили по

принятой для данного вида агротехнике [1]. Также субстрат промачивали растворами биопрепаратов, содержащих арбускулярный микоризный инокулянт *Rhizophagus irregularis* — Микогель и БиоМикориза в концентрациях 0,1 и 0,2 мл/л; в качестве контрольного использовали вариант с промачиванием субстрата водой. Учитывали приживаемость растений по отношению количества выживших к количеству высаженных. Повторность опыта 3-кратная. Для статистической обработки данных использовали программы Microsoft Office Excel 2016 и AGROS v.2.11.

Результаты и обсуждение. По результатам проведенных исследований выявлено, что при пересадке растений-регенерантов для адаптации к условиям *ex vitro* в разные сроки (через каждые 10 дней) приживаемость клюквы крупноплодной на субстрате из верхового торфа в марте составила 52 %, в апреле — 77 %. Наилучшая приживаемость растений клюквы болотной отмечена в мае (90–98 %). Через месяц после пересадки в нестерильные условия наибольшая приживаемость всех сортов наблюдалась на субстрате из верхового торфа (94–99 %), а наименьшие показатели приживаемости (42–48 %) отмечены в варианте с использованием кокосового субстрата.

После этого исследования проводили на субстрате из верхового торфа с добавлением препаратов на микоризной основе. Отмечено, что в контрольном варианте, где субстрат промачивали чистой водой, приживаемость оказалась самой низкой (38–42 %). В вариантах с использованием обоих исследуемых препаратов в концентрации 0,2 мг/л приживаемость адаптируемых растений клюквы крупноплодной была выше, чем при концентрации 0,1 мг/л. При этом самая высокая приживаемость растений выявлена в вариантах с добавлением в субстрат из верхового торфа препарата Биомикориза в концентрации 0,2 мг/л и достигала: у сорта Волжанка — 96 %, у сорта Мерянка — 98 %, у сорта Славянка — 100 % (табл. 1).

Адаптированные к нестерильным условиям *ex vitro* растения клюквы крупноплодной, полученные методом *in vitro*, пересаживали в условия открытого грунта на участки выработанного торфяника верхового и переходного типов. Растения высаживали во 2-й декаде мая по схеме 0,4×0,4 м. Через месяц после пересадки приживаемость исследуемых растений составила 100 %. После зимовки на следующий год их сохранность также составила 100 %. Были получены данные биометрических показателей (табл. 2).

Приживаемость (%) растений клюквы крупноплодной *ex vitro* в зависимости от обработки субстрата из верхового торфа биопрепаратами

Сорт	Торф + Микогель		Торф + Биомикориза	
	0,1 мг/л	0,2 мг/л	0,1 мг/л	0,2 мг/л
Волжанка	67	79	67	96
Мерянка	69	72	65	98
Славянка	62	81	62	100

Таблица 2

Биометрические показатели растений клюквы крупноплодной, полученных *in vitro*, через год после адаптации в условиях открытого грунта

Сорт	Средние значения показателей		
	Количество побегов, шт.	Средняя длина побегов, см	Суммарная длина побегов, см
Торф верхового типа			
Волжанка	6,0±0,46	40,2±0,44	243,1±0,94
Мерянка	5,2±0,52	35,8±0,39	187,3±0,89
Славянка	5,6±0,61	38,2±0,41	214,5±0,91
НСР ₀₅	0,87	0,68	0,75
Торф переходного типа			
Волжанка	5,8±0,41	38,4±0,41	224,4±0,98
Мерянка	5,0±0,47	36,7±0,35	185,2±0,88
Славянка	4,7±0,55	42,0±0,45	198,4±0,95
НСР ₀₅	0,89	0,70	0,86

Выводы. Таким образом, на этапе адаптации к нестерильным условиям *ex vitro* самая высокая приживаемость растений клюквы крупноплодной, полученных методом клонального микро-размножения, отмечена на субстрате из верхового торфа. Приживаемость адаптируемых к условиям *ex vitro* растений клюквы крупноплодной оказа-

лась максимальной при обработке субстрата раствором препарата Биомикориза в концентрации 0,2 мг/л. Через год после пересадки в открытый грунт наибольшие значения биометрических параметров (количество и длина побегов) растений клюквы крупноплодной выявлена на торфянике верхового типа.

Список литературы

1. Выращивание лесных ягодных растений в условиях *in vitro*: лабораторный практикум / сост. С. С. Макаров, Е. А. Калашникова, И. Б. Кузнецова, Р. Н. Киракосян. — Караваево: Костромская ГСХА, 2019. — 48 с.
2. Калашникова Е. А. Клеточная инженерия растений: учебный и практикум. — М.: Юрайт, 2020. — 333 с.
3. Макаров С. С., Багаев Е. С., Цареградская С. Ю., Кузнецова И. Б. Проблемы использования и воспроизводства фитогенных пищевых и лекарственных ресурсов леса на землях лесного фонда Костромской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2019. — № 6. — С. 118–131.
4. Основные направления действий по сохранению и рациональному использованию торфяных болот России. — М., 2003. — 24 с.
5. Рекомендации по созданию плантаций клюквы в европейских районах СССР / Сост. В. И. Саутин. — Гомель, 1977. — 25 с.
6. Селиванов И. А. Микосимбиотрофия как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза. — М.: Наука, 1981. — 232 с.
7. Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия: учеб. / В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, Е. З. Кочиева [и др.]; под ред. В. С. Шевелухи. — М.: URSS, 2015. — 715 с.
8. Тяк Г. В., Курлович Л. Е., Тяк А. В. Биологическая рекультивация выработанных торфяников путем создания посадок лесных ягодных растений // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2016. — Т. 11. — № 2. — С. 43–46.
9. Тяк Г. В., Макеев В. А., Макеева Г. Ю., Тяк А. В. Перспективы использования выработанных торфяников для выращивания лесных ягодных растений // Инновации и технологии в лесном хозяйстве ITF-2014. Тез. докл. IV Междунар. науч.-практ. конф.: г. Санкт-Петербург, 27–28 мая 2014 г. — СПб.: СПбНИИЛХ, 2014. — С. 23.
10. Read D. J. The Mycorrhizal Mycelium // Mycorrhizal Functioning: An Integrative Plant-fungal Process; M.F Allen. (ed.). — 1992. — P. 102–133.

МАКАРОВ Сергей Сергеевич — доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства «Центрально-европейская лесная опытная станция», г. Кострома; профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, г. Архангельск. Область научных интересов — клональное микроразмножение растений, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 150 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0564-8888>. E-mail: makarov_serg44@mail.ru

МАКЕЕВА Галина Юрьевна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, старший научный сотрудник, филиал Всероссийского научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства «Центрально-европейская лесная опытная станция», г. Кострома. Область научных интересов — интродукция и размножение лесных ягодных растений, ботаника, фитопатология. Автор более 100 научных публикаций. E-mail: ce-los-np@mail.ru

КУЛИКОВА Елена Ивановна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой растениеводства, земледелия и агрохимии, Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина, г. Вологда. Область научных интересов — лесная селекция, интродукция древесных и кустарниковых пород, клональное микроразмножение растений. Автор более 50 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5981-2609>. E-mail: elena-kulikova@list.ru

КУЛЬЧИЦКИЙ Андрей Николаевич — студент магистратуры кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, г. Архангельск. Область научных интересов — декоративное лесоразведение, клональное микроразмножение растений. Автор 5 научных публикаций. E-mail: 5060637@mail.ru

ADAPTATION OF RUSSIAN CULTIVARS OF AMERICAN CRANBERRY TO EX VITRO CONDITIONS

S. S. Makarov^{1,2}, G. Yu. Makeeva¹, E. I. Kulikova³, A. N. Kulchitsky²

¹Central European Forestry Experimental Station, Branch of the Russian Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry

²Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov

³Vologda State Dairy Academy named after N. V. Vereschagin

Abstract. The results of studies obtained in vitro plants of American cranberry of three Russian selection cultivars to non-sterile conditions and to open ground conditions for creating plantations of forest berry plants. The best survival of American cranberry plants (90–98%) a month after transplantation was noted in May when adapting ex vitro in cassettes on various substrates (high-moor peat, peat + sand 1:1, coconut substrate), with the highest rates (94–99%) are obtained on a high-moor peat substrate. An increase in the survival rate of American cranberry ex vitro is noted with the addition of Mycogel and Biomyccorrhiza preparations to the substrate, while the highest rates (96–100%) are found at a concentration of preparations of 0.2 mg/l. A month after the transplantation on high-moor peat in open ground conditions survival rate of adapted cranberry plants is 100%.

Keywords: American cranberry, clonal micropropagation, ex vitro, adaptation, substrate, peat, survival rate, myccorrhiza.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ МЕСТОПРОИЗРАСТАНИЯ И ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПОЛОЖЕНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ЕЛИ НА СТЕПЕНЬ ИХ ИНТРОГРЕССИВНОЙ ГИБРИДИЗАЦИИ В ВОЛОГОДСКОЙ И КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. Смирнов¹, Р. С. Хамитов¹, С. А. Корчагов², И. В. Евдокимов³, С. М. Хамитова⁴

¹ Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина, Вологда, Россия

² Северный (Арктический) федеральный университет, Архангельск, Россия

³ Севлеспроект — северный филиал ФГБУ «Рослесинфорг», Вологда, Россия

⁴ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, р.п. Большие Вяземы Московской области, Россия

Аннотация: Приведены результаты исследований по выявлению перспективных для отбора гибридных форм ели. Исследования проводились в Кич.-Городецком, Тотемском, Череповецком, Грязовецком районах Вологодской области и Буйском районе Костромской области. Показано, что степень гибридной популяций елей европейской и сибирской связана с их географическим положением и с условиями их местопроизрастания. Встречаемость форм степени гибридной популяций в различных типах леса в целом несколько варьирует. Результаты оценки встречаемости гибридных форм в целом подтверждают, что участие ели сибирской усиливается с продвижением с запада на восток и с юга на север, а европейской ели в обратном направлении. Кроме того, прослеживается влияние близости к реке Сухона.

Ключевые слова: ель европейская, ель сибирская, интродуктивная гибридная популяция, гибридная форма, тип леса.

Введение. Осуществление селекционной работы невозможно без первоначальной оценки формового состава местных популяций и выявления наиболее перспективных форм. Это позволяет осуществлять селекционный процесс с учетом географической изменчивости. Вместе с этим, существенное практическое значение имеет выявление влияния условий местопроизрастания на формовой состав популяций. Популяции ели в Вологодской области произрастают в зоне интродуктивной гибридной популяции двух видов — *Picea abies* и *Picea obovata*. Адаптивные свойства гибридов могут служить и селекционными критериями. Выявление этих адаптивных признаков возможно путем оценки представленности гибридных форм в различных лесорастительных условиях. Учитывая приспособ-

ленность тех или иных форм, можно выполнить отбор наиболее перспективных из них [1].

Цель исследований. Целью наших исследований является выявление перспективных для отбора гибридных форм ели. Исследования проводились в Кич.-Городецком, Тотемском, Череповецком, Грязовецком районах Вологодской области и Буйском районе Костромской области (рис.).

Объекты, условия и методы. Для оценки степени гибридной популяций елей европейской и сибирской нами была использована методика Л. Ф. Правдина [2], опирающаяся на анализ комплекса признаков, предложенных И. А. Корневым [3], и апробированная в ряде работ [4,5,6]. Преимуществом данной методики является достаточно точная идентификация гибридных форм. Сумма баллов

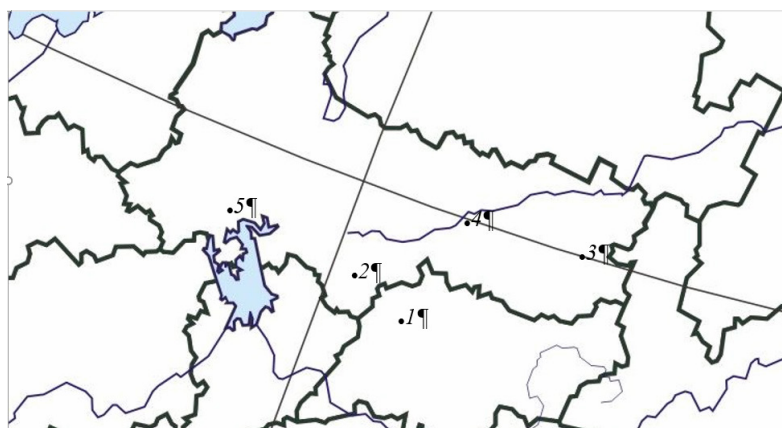


Рисунок — Расположение на карте-схеме исследуемых популяций: 1 — буйская; 2 — грязовецкая; 3 — кич.-городецкая; 4 — тотемская; 5 — череповецкая

Встречаемость шишек по группам соответствия степени гибридности

Популяция	ТУМ	Представленность групп по степени гибридности*, %					Среднее число морф (μ)	Доля редких морф (h)
		1	2	3	4	5		
Кич.-Городецкая	кис.	8	42	38	12	-	0,34	0,93
	чер.	26	54	18	2	-	0,39	0,92
Тотемская	кис.	-	26	70	4	-	0,56	0,89
	чер.	-	12	76	12	-	0,61	0,88
Череповецкая	кис.	-	42	55	3	-	0,48	0,90
	чер.	-	41	51	6	2	0,43	0,91
Грязовецкая	кис.	-	27	57	16	-	0,42	0,92
	чер.	7	60	23	9	1	0,43	0,91
Буйская	кис.	-	34	61	5	-	0,49	0,90
	чер.	6	62	32	-	-	0,49	0,90

Примечание: 1 — типичная ель сибирская; 2 — гибридная ель с преобладанием признаков ели сибирской; 3 — гибридная ель с равнозначными признаками елей сибирской и европейской; 4 — гибридная ель с преобладанием признаков ели европейской; 5 — типичная ель европейская.

оцениваемых признаков позволила отнести встреченные нами экземпляры шишек к той или иной группе степени гибридности в соответствии с положениями методики Правдина.

Результаты и обсуждение. Комплексная балльная оценка морфологических особенностей шишек позволила сделать заключение о существенной степени гибридности ели в рассматриваемых популяциях (табл.). Результаты исследований указывают, что в рассматриваемых популяциях и типах леса наиболее редко встречается типичная ель европейская. Лишь в грязовецкой и череповецкой популяции в ельнике черничном в незначительной степени представлены особи с типичными для европейской ели признаками (соответственно 7 % и 2 %), которые не встречаются в ельнике кисличном. Участие форм по степени гибридности в различных типах леса в целом несколько варьирует.

В тотемской популяции в ельнике черничном разнообразие особей по степени гибридности сбалансированно в несколько большей степени. Среднее число морф здесь самое высокое — 0,61. В этом типе леса в большем количестве представлены особи ели гибридной с равной выраженностью признаков сибирской и европейской елей (76 %). Представленность особей ели гибридной как с преобладанием признаков сибирской ели, так и с доминированием признаков европейской ели в данной популяции оказалось одинаково — 12 %.

В ельниках черничных кич.-городецкой грязовецкой и буйской популяций, в отличие от тотемской, в значительной степени проявились признаки свойственные автохтонной для региона ели сибирской. Так участие типичной ели сибирской,

которая полностью отсутствует в тотемской популяции, в кич.-городецкой составляет здесь 26 %.

Достаточно интересным оказались сведения о представленности гибридных форм в ельниках кисличных. В этом типе леса во всех рассматриваемых популяциях доминируют особи второй и третьей гибридных групп (ель с преобладанием признаков ели сибирской и ель с равнозначными признаками елей сибирской и европейской). Общей тенденцией является преобладание особей, отнесенных к гибридной ели с равнозначными признаками елей сибирской и европейской. Данная тенденция в большей степени проявляется в ельниках кисличных, что указывает на наибольшую приспособленность этой гибридной формы в условиях конкуренции свойственной усиливаться в наиболее благоприятных типах условий местопроизрастания. Исключение составляют, ельники кисличные Кич.-Городецкого района, где преобладают особи гибридной ели с преобладанием признаков ели сибирской. В ельнике кисличном кич.-городецкой популяции в отличие от ельника черничного типичной ели европейской существенно меньше (8 %), а встречаемость гибридных особей с преобладанием признаков ели европейской значительно выше (12 %). В данном типе леса этой популяции отмечается и наибольшая доля редких морф — 0,93. В буйской популяции гибридная ель с преобладанием признаков ели европейской не встречается вовсе. Учитывая, что наибольшая конкуренция между особями проявляется в более благоприятных условиях местопроизрастания. При отборе плюсовых деревьев, предпочтение следует отдавать деревьям, при-

надлежащим к наиболее часто встречающимся гибридным формам в пределах кисличного типа условий местопроизрастания.

Значительные отличия по степени гибридной проявляются и между самими популяциями. Результаты оценки встречаемости гибридных форм в целом подтверждают принципиальные положения интрогрессии популяций ели в пределах севера Восточно-Европейской равнины: участие ели сибирской усиливается с продвижением с запада на восток и с юга на север, а европейской ели в обратном направлении [5]. Отметим, что в наименьшее число средних морф оказалось в ельниках кисличных северных популяций. Кроме того, степень интрогрессивной гибридной обусловлена и орографическим фактором. В расположенной близ реки Сухоны тотемской популяции степень гибридной выше, чем у более удаленной от нее кич.-городецкой популяции. Эти данные вполне согласуются с результатами исследований, проведенных А. М. Комаровой в Архангельской области, которая показала, что участие гибридных форм возрастает по направлению к Северной Двине [5].

Вполне вероятно, что влияние орографии связано с антропогенным воздействием — районы вдоль берегов рек заселялись людьми раньше, являлись более густонаселенными и в большей степени подвергались их влиянию. Такой точки зрения придерживается Д. Е. Румянцев [7].

Выводы. Вышеизложенное позволяет заключить что, степень гибридной популяций елей европейской и сибирской связана с их географическим положением и с условиями их местопроизрастания, что следует учитывать при осуществлении селекционной работы. При отборе плюсовых деревьев предпочтение следует отдавать особям, принадлежащим к наиболее часто встречающимся гибридным формам в пределах кисличного типа условий местопроизрастания.

Использование семенного потомства отобранных гибридных форм подразумевает, что избежать полного отсутствия разнообразия во вновь создаваемых насаждениях не удастся. Тем не менее, весьма вероятным следствием отбора перспективных гибридных групп окажется доминирование в искусственных насаждениях особей таких форм.

Список литературы

1. Влияние типа условий местопроизрастания и географического положения популяций на степень интрогрессивной гибридной в Вологодской области / А. В. Смирнов, Р. С. Хамитов, С. А. Корчагов, С. Е. Грибов, Р. В. Щекалев. — DOI 10.24419/LNI.2304-3083.2020.4.10. — Текст: электронный // Лесохозяйственная информация: электронный сетевой журнал. — 2020. — № 4. — С. 94–104
2. Правдин, Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР / Л. Ф. Правдин. — М.: Наука, 1975. — 200 с.
3. Корнев, И. А. Продуктивность ели в связи с морфологической изменчивостью вида в подзоне южной тайги: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Корнев Игорь Александрович. — М., 2008. — 22 с.
4. Хамитов, Р. С. Интрогрессивная гибридная ели в Краснохолмском лесничестве Тверской области / Р. С. Хамитов, А. В. Смирнов, Д. М. Адаи // Теория и практика современной аграрной науки: Сборник III национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием, Новосибирск, 28 февраля 2020 года. Том 1. — Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета «Золотой колос», 2020. — С. 587–590.
5. Комарова, А. М. Качество семян ели в зоне интрогрессивной гибридной: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01 / Комарова Анна Михайловна. — Архангельск, 2011. — 18 с.
6. Прохорова А. А., Шейкина, Прохорова Е. В. Комплексная оценка клоновых потомств плюсовых деревьев ели на объектах единого генетико-селекционного комплекса в Республике Марий Эл: монография. — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2017. — 184 с.
7. Румянцев Д. Е. Роль антропогенного фактора в географической дифференциации популяции ели Русской равнины по фену формы семенной чешуи // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). — 2010. — С. 218–224.

Информация об авторах

СМИРНОВ Андрей Вячеславович — аспирант кафедры лесного хозяйства, Вологодская государственная малочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина, г. Вологда. Область научных интересов — лесная селекция. Автор 4 научных публикаций. E-mail: smirav35@yandex.ru

ХАМИТОВ Ренат Салимович — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры лесного хозяйства, Вологодская государственная малочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина, г. Вологда. Область научных интересов — лесная селекция, искусственное лесовосстановление, интродукция древесных растений, озеленение и лесопарковое хозяйство. Автор 107 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1490-3553>. E-mail: r.s.khamitov@mail.ru

КОРЧАГОВ Сергей Анатольевич -доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор ООО «Вологодский лесной научно-инновационный консалтинговый центр». Область научных интересов — оцен-

ка качества древесины на корню и заготовленной лесопродукции, развитие лесной сертификации. Автор 150 научных работ, в том числе 5 монографий и 7 учебно-методических пособий. E-mail: kors45@yandex.ru

ЕВДОКИМОВ Игорь Владимирович — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, инженер 1 категории Северный филиал ФГБУ «Рослесинфорг» «Севлеспроект», г. Вологда. Область научных интересов — искусственное лесовосстановление, биологическая продуктивность таёжных лесов, интродукция древесных растений, лесоустройство и история лесного дела на Европейском Севере России. Автор 120 печатных работ, в т.ч. 10 книг и учебных пособий. E-mail: igorevd1@rambler.ru

ХАМИТОВА Светлана Михайловна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, научный сотрудник, ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии, р.п. Большие Вяземы Московской области. Область научных интересов — лесная селекция, искусственное лесовосстановление, интродукция древесных растений, оценка рекреационного потенциала в городских и лесных насаждениях, экология почв. Автор 132 научных публикаций. E-mail: xamitowa.sveta@yandex.ru

THE INFLUENCE OF THE GROWING CONDITIONS AND GEOGRAPHICAL LOCATION OF SPRUCE POPULATIONS ON THE DEGREE OF THEIR INTROGRESSIVE HYBRIDIZATION IN THE VOLOGDA AND KOSTROMA REGIONS

A. V. Smirnov¹, R. S. Khamitov¹, S. A. Korchagov², I. V. Evdokimov³, S. M. Khamitova⁴

¹ Vologda State Dairy Academy named after N. V. Vereshchagin

² Northern (Arctic) Federal University

³ Sevlesproekt — Roslesinform Branch

⁴ All-Russian Research Institute of Phytopathology

Abstract: The results of research on the identification of promising hybrid forms of spruce for selection are presented. The research was carried out in the Kich.-Gorodetsky, Totemsky, Cherepovets, Gryazovets districts of the Vologda region and Buysky district of the Kostroma region. It is shown that the degree of hybridization of the populations of European and Siberian spruce is related to their geographical location and the conditions of their habitat. The occurrence of forms of the degree of hybridization in different types of forests as a whole varies somewhat. The results of the assessment of the occurrence of hybrid forms generally confirm that the participation of Siberian spruce increases with the advance from west to east and from south to north, and European spruce in the opposite direction. In addition, the influence of proximity to the Sukhona River is traced.

Keywords: European spruce, Siberian spruce, introgressive hybridization, hybrid form, forest type.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСКУССТВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГАРЕЙ В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Н. С. Теленкова, А. Б. Захаров, И. И. Паникаров

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Резюме. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.), повсеместно имея весьма заметное хозяйственное значение, нашла широкое применение в эксплуатационных и защитных насаждениях, озеленении населенных мест. Это обуславливает повышенный интерес к совершенствованию методов восстановления её насаждений, разрушенных в процессе эксплуатации, лесных пожаров или иных причин, что в полной мере соответствует важнейшим положениям Государственной стратегии развития лесного комплекса на период до 2030 г. Цель исследования — оценка эффективности лесокультурных мероприятий, проводимых на участках гарей с естественным и искусственным восстановлением. Закладку пробных площадей производили согласно действующим нормативам. Предмет исследований — сравнительная оценка таксационных показателей древостоев сосны на участках гарей 2010 года с естественным и искусственным восстановлением. Установлена неоднородность характеристик обследованных насаждений искусственного и естественного происхождения по важнейшим таксационным показателям. Зафиксированы различия растений в одинаковом биологическом возрасте (10 лет) по ключевым характеристикам на участках с естественным возобновлением и в лесных культурах. Отмечено, что лесные культуры сосны обыкновенной, созданные в Нижегородской области, заметно отличались от одинаковых по возрасту участков с естественным возобновлением леса по важнейшим таксационным показателям. Достоверно лучшие результаты по высоте растений и очищаемости их ствола от сучьев были достигнуты при создании лесных культур стандартным посадочным материалом, что позволяет признать данный метод вполне эффективным в условиях Нижегородской области и рекомендовать его более широкое применение.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, гари, естественное возобновление, искусственное лесовосстановление, сеянцы, лесные культуры, таксационные показатели.

Введение. Обладая уникальным комплексом ценных хозяйственных признаков и полезных свойств, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) с полным основанием причислена к главным лесобразующим породам России [36–38] и многих других стран Европы и Азии. Широкое распространение и разнообразие сфер практического применения делают её постоянным объектом разностороннего изучения у нас в стране [4–8, 17–24]. На современном этапе признается важность оценки селекционного потенциала плюсовых деревьев этого древесного вида [19, 31–35, 38, 42–44, 52, 54, 55], которая дается по развернутому списку характеристик, имеющих хозяйственное, адаптационное и идентификационное значение [1–7, 17–23, 25, 26, 28–36, 61]. Глубоким исследованиям охвачена биология [10, 11, 21, 22] и общее физиологическое состояние [28, 55], водный режим [17, 24–27, 39], пигментный состав, [10, 20, 23, 30, 55, 60] и морфология хвои [5, 11, 40], параметры семян и шишек [2–4, 6, 33, 36, 37, 44, 46], наличие и баланс запасных веществ [21, 22, 28, 32], состояние ксилемы [7, 15, 18, 29], таксационные показатели [47, 54, 55, 61] и другие параметры, такие как угол крепления скелетных ветвей к стволу [12, 35, 52], анализируются другие не менее важные и, подчас, сложные вопросы [8, 16, 56, 57, 60]. Для усиления результативности

искусственного лесовосстановления и лесоразведения, что намечено стратегией развития лесного комплекса Российской Федерации до 30 года, необходима глубокая модернизация и дальнейшее совершенствование способов и методов создания лесных культур. К сожалению, в последние годы подобных работ в нашем регионе выполнено мало, научные изыскания в указанном направлении пока еще ограничены, а публикации по данной тематике крайне малочисленны.

Цель исследования — оценка эффективности лесокультурных мероприятий, проводимых на участках гарей, возникших после пожаров 2010 года, сравнение результатов естественного и искусственного восстановления.

Объекты, условия и методы. Объектом исследования явились одновозрастные молодняки сосны обыкновенной на территории Лукинского участкового лесничества Балахнинского межрайонного (районного) лесничества Нижегородской области. Согласно лесорастительному районированию, действующему на текущий момент, обследованная территория, входит в район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации (зона хвойно-широколиственных лесов), а по лесосемени району включена во вто-

рой лесосеменной район сосны обыкновенной. Для данной породы здесь сложились вполне благоприятные для произрастания и семеношения климатические и почвенные условия, о чем свидетельствуют масштабные работы по искусственному лесовосстановлению, проводимые в регионе на обширных площадях [10,16,56,57–60], и успешное создание многочисленных объектов постоянной лесосеменной базы и единого генетико-селекционного комплекса [19,23,33–35,38]. Естественное возобновление на них, как и лесные культуры, возникло после пожаров 2010 года. Методология предусматривала полное соблюдение принципа единственного логического различия, а также соответствие основным требованиям к типичности, пригодности, надежности, оптимальности и целесообразности опыта. В работе применен полевой стационарный метод при сплошном подеревном перече-те на пробной площади. Согласно такому подходу между собой сравнивали объекты, имеющие одинаковый биологический возраст, что в конечном итоге позволило исключить влияние хронографического фактора на формирование различий между сравниваемыми растениями. Участки расположены в одинаковых типах лесорастительных условий, что обеспечило элиминацию влияния пространственно-экологического фактора на формирование общего фона фенотипической дисперсии. Закладку пробных площадей производили согласно действующим инструкциям и нормативным материалам. На каждой из них при сплошном пере-чете в ходе натурного обследования полевыми методами таксации выполняли биометрирование растений с инструментальной фиксацией следующих показателей: высота, расстояние до первого живого сучка, диаметр кроны в направлении С-Ю и В-З — мерной рейкой с точностью до 1 см; диаметр ствола у шейки корня и на высоте 1.3 м — электронным штангенциркулем (ElectronicDigital Caliper — G06064731) с точностью до 0,1 мм. Окончательное число учтенных в данном опыте деревьев — 400 шт. В число анализируемых таксационных показателей включали и производные признаки (отношения, коэффициенты, индексы, удельные величины), которые нередко используют в биологических и лесоводственных исследованиях для получения значений параметров, недоступных для непосредственного биометрирования [41,49,51]. С их помощью удастся адекватно описать пропорции и форму, дать оценку разнообразных качественных показателей

многих видов древесных растений в количественном выражении [9,13,14,41], в том числе у сосны обыкновенной [1–6,23,29–32,38,44,50]. Весьма продуктивно их применение в селекционной работе [1–6,29,37], в комплексном анализе объектов постоянной лесосеменной базы и единого генетико-селекционного комплекса [11,19,29–35]. Статистическая обработка опытных данных проведена по общепринятым методическим схемам.

Результаты и обсуждение. Зафиксирована выраженная неоднородность характеристик обследованных насаждений искусственного и естественного происхождения по важнейшим таксационным показателям (табл. 1–4). Отмечено, что в одинаковом биологическом возрасте (11 лет) растения на участках гарей с естественным возобновлением и в лесных культурах различались своими характеристиками. В частности, по одному из важнейших индикаторов успешности развития молодняков — высоте ствола (см. табл. 1) — наибольшее среднее значение ($3,58 \pm 0,11$ м), отмеченное в лесных культурах на первой пробной площади, превосходило наименьший аналогичный показатель ($1,81 \pm 0,09$ м), зафиксированный в естественных молодняках также на первой пробной площади, в 1,97 раза или на 1,77 м.

Расхождение между обобщенными средними величинами в искусственных ($Total_{И}$) и естественных ($Total_{Е}$) молодняках, составившими $3,13 \pm 0,05$ м и $1,96 \pm 0,03$ м соответственно, оказалась равной 1,17 м, что дало превышение первых над вторыми в 1,60 раза. Обобщенное для всего массива данных среднее (см. табл. 1) достигло величины $2,55 \pm 0,04$ м при соотношении между абсолютными пределами ($max_0 = 3,39$ м; $min_0 = 0,90$ м) как 3,77 и абсолютном диапазоне, равном 2,49 м.

Не менее значимый для описания общего биологического состояния древесных растений критерий — диаметр ствола у шейки корня — демонстрировал примерно такой же уровень неоднородности (см. табл. 2). По указанному параметру наибольшее среднее значение ($7,35 \pm 0,20$ мм), полученное в лесных культурах также на первой пробной площади, превысило наименьшую соответствующую оценку ($3,66 \pm 0,08$ мм), наблюдавшуюся в естественных молодняках, но уже на третьей пробной площади, в 2,01 раза или на 3,69 мм. Разность обобщенных средних величин искусственных ($Total_{И}$) и естественных ($Total_{Е}$) насаждений, которые соответственно были равны $6,10 \pm 0,10$ мм и $3,69 \pm 0,06$ мм, оказалось на уровне 2,41 мм, что сформировало превосходство первых над вторыми в 1,65 раза.

Таблица 1

Описательные статистики высоты ствола на лесных участках

Пробы	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Искусственные насаждения (лесные культуры)										
Проба 1	50	3,58	0,80	5,80	1,80	4,00	0,11	22,37	31,60	3,16
Проба 2	50	3,17	0,57	4,40	1,70	2,70	0,08	18,02	39,24	2,55
Проба 3	50	2,98	0,54	3,80	1,70	2,10	0,08	18,09	39,09	2,56
Проба 4	50	2,80	0,49	3,50	1,20	2,30	0,07	17,47	40,47	2,47
Total _и	200	3,13	0,67	5,80	1,20	4,60	0,05	21,50	65,77	1,52
Естественные насаждения										
Проба 1	50	1,81	0,65	3,39	0,90	2,49	0,09	35,69	19,81	5,05
Проба 2	50	2,01	0,24	2,72	1,50	1,22	0,03	12,17	58,10	1,72
Проба 3	50	2,01	0,11	2,20	1,80	0,40	0,02	5,28	133,95	0,75
Проба 4	50	2,02	0,08	2,10	1,81	0,29	0,01	4,03	175,60	0,57
Total _е	200	1,96	0,36	3,39	0,90	2,49	0,03	18,35	77,06	1,30
Обобщенное значение										
Total _о	400	2,55	0,80	5,80	0,90	4,90	0,04	31,23	64,03	1,56

¹Статистики: N — число учетов, шт.; M — среднее арифметическое, м; СКО — среднеквадратическое отклонение, м; max. — абсолютный максимум значений, м; min. — абсолютный минимум значений, м; Δlim — диапазон абсолютных значений, м; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего, м; Cv — коэффициент вариации, %; t — опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 1,98$; $t_{01} = 2,63$); P — точность опыта, %.

Таблица 2

Описательные статистики диаметра ствола у шейки корня¹

Пробы	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Искусственные насаждения (лесные культуры)										
Проба 1	50	7,35	1,39	11,60	3,90	7,70	0,20	18,87	37,46	2,67
Проба 2	50	6,46	1,07	8,20	3,90	4,30	0,15	16,60	42,59	2,35
Проба 3	50	5,61	0,92	7,40	3,80	3,60	0,13	16,32	43,33	2,31
Проба 4	50	4,97	0,78	7,00	2,80	4,20	0,11	15,78	44,81	2,23
Total _и	200	6,10	1,39	11,60	2,80	8,80	0,10	22,72	62,24	1,61
Естественные насаждения										
Проба 1	50	3,68	1,22	8,20	2,00	6,20	0,17	33,23	21,28	4,70
Проба 2	50	3,69	0,75	6,10	2,30	3,80	0,11	20,35	34,75	2,88
Проба 3	50	3,66	0,53	5,10	2,70	2,40	0,08	14,50	48,76	2,05
Проба 4	50	3,71	0,51	4,90	2,90	2,00	0,07	13,63	51,88	1,93
Total _е	200	3,69	0,80	8,20	2,00	6,20	0,06	21,71	65,15	1,53
Обобщенное значение										
Total _о	400	4,89	1,65	11,60	2,00	9,60	0,08	33,81	59,16	1,69

¹Статистики: N — число учетов, шт.; M — среднее арифметическое, мм; СКО — среднеквадратическое отклонение, мм; max. — абсолютный максимум значений, мм; min. — абсолютный минимум значений, мм; Δlim — диапазон абсолютных значений, мм; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего, мм; Cv — коэффициент вариации, %; t — опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 1,98$; $t_{01} = 2,63$); P — точность опыта, %.

Единое для всего массива данных среднее составило $4,89 \pm 0,08$ мм при соотношении между абсолютными лимитами ($\text{max}_o = 11,60$ мм; $\text{min}_o = 2,00$ мм) как 5,80 и диапазоне 9,60 мм.

Ключевой таксационный показатель, детерминирующий объем стволовой части дерева — площадь поперечного сечения ствола (в нашем случае диаметр у шейки корня) — был в большей степени подвержен варьированию (см. табл. 3).

Наибольшее среднее значение указанного признака ($0,44 \pm 0,02$ см²) наблюдалось на первом участке в лесных культурах, а наименьшее ($0,11 \pm 0,01$ см²) — а в первом, втором и третьем блоке пробной площади, заложенной в естественных молодняках. Полученные оценки образовали разницу между ними на $0,33$ см², что создало превышение ровно в 4 раза. Обобщенные средние величины в искусственных (Total_и) и естественных

Площадь поперечного сечения ствола у корневой шейки

Пробы	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	Cv,%	t	P,%
Искусственные насаждение (лесные культуры)										
Проба 1	50	0,44	0,17	1,06	0,12	0,94	0,02	39,12	18,08	5,53
Проба 2	50	0,34	0,10	0,53	0,12	0,41	0,01	29,92	23,63	4,23
Проба 3	50	0,25	0,08	0,43	0,11	0,32	0,01	31,59	22,38	4,47
Проба 4	50	0,20	0,06	0,38	0,06	0,32	0,01	30,55	23,15	4,32
Total _и	200	0,31	0,14	1,06	0,06	1,00	0,01	46,63	30,33	3,30
Естественные насаждения										
Проба 1	50	0,12	0,09	0,53	0,03	0,50	0,01	72,87	9,70	10,31
Проба 2	50	0,11	0,05	0,29	0,04	0,25	0,01	42,46	16,65	6,00
Проба 3	50	0,11	0,03	0,20	0,06	0,15	0,005	29,84	23,70	4,22
Проба 4	50	0,11	0,03	0,19	0,07	0,12	0,004	28,13	25,14	3,98
Total _е	200	0,11	0,05	0,53	0,03	0,50	0,004	48,01	29,46	3,39
Обобщенное значение										
Total _о	400	0,21	0,15	1,06	0,03	1,03	0,01	69,58	28,75	3,48

¹Статистики: N — число учетов, шт.; M — среднее арифметическое, см²; СКО — среднеквадратическое отклонение, см²; max. — абсолютный максимум значений, см²; min. — абсолютный минимум значений, см²; Δlim — диапазон абсолютных значений, см²; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего, см²; Cv — коэффициент вариации,%; t — опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 1,98$; $t_{01} = 2,63$); P — точность опыта, %.

Таблица 4

Описательные статистики расстояния до первого живого сучка¹

Пробы	N	M	СКО	max.	min.	Δlim	$\pm m$	Cv,%	t	P,%
Искусственные насаждение (лесные культуры)										
Проба 1	50	34,00	17,26	70,00	0,00	70,00	2,44	50,77	13,93	7,18
Проба 2	50	28,40	10,17	50,00	10,00	40,00	1,44	35,82	19,74	5,07
Проба 3	50	27,60	9,81	40,00	10,00	30,00	1,39	35,53	19,90	5,02
Проба 4	50	26,00	10,30	40,00	10,00	30,00	1,46	39,62	17,85	5,60
Total _и	200	29,00	12,56	70,00	0,00	70,00	0,89	43,32	32,65	3,06
Естественные насаждения										
Проба 1	50	17,06	13,51	50,00	1,00	49,00	1,91	79,20	8,93	11,20
Проба 2	50	17,89	6,83	33,30	4,50	28,80	0,97	38,18	18,52	5,40
Проба 3	50	18,03	5,17	25,30	8,10	17,20	0,73	28,66	24,67	4,05
Проба 4	50	18,07	4,43	23,80	9,80	14,00	0,63	24,50	28,86	3,47
Total _е	200	17,76	8,25	50,00	1,00	49,00	0,58	46,43	30,46	3,28
Обобщенное значение										
Total _о	400	23,38	12,01	70,00	0,00	70,00	0,60	51,37	38,93	2,57

¹Статистики: N — число учетов, шт.; M — среднее арифметическое, см; СКО — среднеквадратическое отклонение, см; max. — абсолютный максимум значений, см; min. — абсолютный минимум значений, см; Δlim — диапазон абсолютных значений, см; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего, см; Cv — коэффициент вариации,%; t — опытное значение критерия Стьюдента ($t_{05} = 1,98$; $t_{01} = 2,63$); P — точность опыта, %.

(Total_е) насаждениях, соответственно составлявшие $0,31 \pm 0,01$ см² и $0,11 \pm 0,004$ см², образовали разницу в 0,20 см², что сформировало превосходство лесных культур над естественными молодняками в 2,82 раза. Обобщенное для всех опытных участков среднее (см. табл. 3) составило $0,21 \pm 0,01$ см². На этом фоне соотношении между абсолютными лимитами ($\text{max}_o = 1,06$ см²; $\text{min}_o = 0,03$ см²) достигло 35,33 при их диапазоне в 1,03 см².

Убедительной характеристикой технологических свойств ствола выступает протяженность его бессучковой зоны, которая определяется по расстоянию от поверхности почвы до первого живого сучка (см. табл. 4).

Изменчивость указанного таксационного показателя оказалась одной из наиболее заметных (см. табл. 4). Его значительно большие средние ($34,00 \pm 2,44$ см) были характерны для

участков лесных культур (проба 1), а наименьшие ($17,06 \pm 1,91$ см) — естественных молодняков (проба 1). Разница в оценках составила 16,94 см или в 1,99 раза. Обобщенные средние величины в искусственных ($Total_{и}$) и естественных ($Total_{е}$) насаждениях, соответственно составлявшие $29,00 \pm 0,89$ см и $17,76 \pm 0,58$ см, сформировали разницу в 11,24 см, что создало преимущество лесных культур над естественными молодняками в 1,63 раза. Обобщенное для всех вариантов опыта среднее составило $23,38 \pm 0,60$ см. На этом фоне абсолютный диапазон лимитов ($max_o = 70,00$ см; $min_o = 0,00$ см) составил 70,00 см при бесконечно большом их отношении.

Выводы. Удалось установить, что обследованные лесные культуры сосны обыкновенной, созданные после пожаров 2010 года в Нижегородской области, заметно отличались от одинаковых по возрасту участков с естественным возобновлением древостоя, возникшем на тех же категориях лесных участков, по важнейшим таксационным показателям. Достоверно лучшие результаты по высоте и диаметру корневой шейки растений, по очищаемости их ствола от сучьев были достигнуты при создании лесных культур стандартным посадочным материалом, что позволяет признать данный метод вполне эффективным в условиях Нижегородской области и рекомендовать его более широкое практическое применение.

Список литературы

1. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 2/326. — С. 58–64.
2. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по параметрам шишек // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 06. — С. 13–16.
3. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная идентификация плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в кластерном анализе по параметрам шишек // Известия Оренбургского аграрного университета. — 2012. — № 3 (35). — С. 8–11.
4. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам семян // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (14). — С. 3–11.
5. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Комплексная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам хвои // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2012. — № 2 (24). — С. 88–91.
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по морфометрическим параметрам семян // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2013. — № 3 (95). — С. 11–16.
7. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2 / 332. — С. 45–52.
8. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Горелов А. Н. Влияние технологического режима на рост и развитие семян сосны обыкновенной при кассетном выращивании в теплицах // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / Под общей редакцией Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 87–93.
9. 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
10. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Клишина Л. И., Храмова О. Ю., Быченкова Т. Н., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Пигментный состав хвои семян сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 36–51.
11. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Орнатский А. Н. Параметры хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на лесосеменных плантациях Нижегородской области // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, Брянск, 2011 г. Выпуск 31. — Брянск: БГТА, 2012. — С. 105–108.
12. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Терешанцев Н. А. Варьирование угла крепления боковых побегов к стволу плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 23–32.
13. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Ханявин А. И., Акулинина М. А. Параметры шишек декоративных форм и сортов туи в условиях Нижегородского Поволжья при интродукции // Аграрная наука — сельскому хозяйству. XVII Международная научно-практическая конференция: г. Барнаул, 9–10 февраля 2022 г. Сборник материалов: в 2 кн., кн. 1. — Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. — С. 323–325.
14. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Щербakov 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

15. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Яханова Е. А., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Развитие ксилемы и лигнификация её клеток у семян сосны с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 25–35.
16. Бессчетнов В. П., Лугинина Л. И. Развитие саженцев с закрытой корневой системой в условиях лесосеменных плантаций сосны обыкновенной // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2017. — № 1 (43). — С. 15–20.
17. Бессчетнова Н. Н. Вододерживающая способность хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2007 г. Вып. 17. — Брянск: БГИТА, 2007. — С. 13–16.
18. Бессчетнова Н. Н. Скорость сезонного роста ксилемы в годичных побегах клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2008. — № 2 (59). — С. 4–10.
19. Бессчетнова Н. Н. Поликросс-тест в определении оценок общей комбинационной способности сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2009 г. / Под общ. ред. Е. А. Памфилова: Выпуск 22. — Брянск: БГИТА, 2009. — С. 10–14.
20. Бессчетнова Н. Н. Содержание основных пигментов в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2010. — № 6 (75). — С. 4–10.
21. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала в побегах // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2010. — № 2 (9). — С. 49–56.
22. Бессчетнова Н. Н. Содержание водорастворимых сахаров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2011 г. Выпуск 28. — Брянск: БГТА, 2011. — С. 15–19.
23. Бессчетнова Н. Н. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов // Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии: Сборник научных статей. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2011. № 1 (1). — С. 56–65.
24. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по темпам водопотери хвои // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2011. — № 3 (79). — С. 36–41.
25. Бессчетнова Н. Н. Содержание сухого вещества в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2011. — № 5 (81). — С. 15–19.
26. Бессчетнова Н. Н. К методике определения периода критического обезвоживания хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2011. — № 2 (12). — С. 3–12.
27. Бессчетнова Н. Н. Корреляция показателей баланса воды и содержания сухого вещества в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (15). — С. 28–36.
28. Бессчетнова Н. Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 4/328. — С. 48–55.
29. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 07. — С. 9–14.
30. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.
31. Бессчетнова Н. Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. 2013. № 07. С. 11–15.
32. Бессчетнова Н. Н. Генотипическая неидентичность плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала // Известия Оренбургского аграрного университета. — 2013. — № 4 (42). — С. 20–23.
33. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2015. — 586 с.
34. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — 382 с.
35. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2014. — 368 с.
36. 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.
37. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по выходу семян из шишек // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2014. — № 2 (32). — С. 82–84.

38. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Индекс генотипического несходства плюсовых деревьев как критерий их совместимости на лесосеменных плантациях // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2016 г. Выпуск 44. — Брянск: БГИТУ, 2016. — С. 13–16.
39. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Влияние водоудерживающей способности как фактор повышения устойчивости и биологической продуктивности сосновых // Лесные экосистемы в условиях изменения климата: биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг. Сборник научных статей / отв. ред. проф. Э. А. Курбанов. — Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2016. — С. 132–141.
40. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Изменчивость морфометрических признаков хвои на клоновой плантации плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2017. — Том 21, № 2. — С. 198–206. DOI: 10.18699/VJ17.237
41. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — Вып. 232. — С. 92–104. DOI: 10.21266/2079–4304.2020.232.92–104
42. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Горелов А. Н. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной, отобранных в Нижегородской области по // 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
43. 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: 10.21178/2079–6080.2022.2.18
44. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Денисов С. А., Черных В. Л. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по выходу семян из шишек // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2014. — № 2 [22]. — С. 21–35.
45. 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
46. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Клишина Л. И., Храмова О. Ю., Быченкова Т. Н., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Морфометрические параметры семян, шишек и показатели выхода из шишек нормально развитых семян плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 79–98.
47. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Оганян Т. А. Таксационные показатели вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в архивах клонов в Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. науч.-практ. конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / Под общ. ред. Бессчетновой Н. Н. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 115–122.
48. 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
49. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Орнатский А. Н., Щербаков А. Ю. Корреляция показателей пигментного состава хвои ели европейской в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. — 2022. — Т. XXXX, № 1. — С. 9–17.
50. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Черных В. Л. Генотипическое несходство плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по физиологическому состоянию побегов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2015. — № 4 [28]. — С. 35–49.
51. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Щербаков А. Ю. Пигментный состав хвои ели европейской (*Picea abies*) в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 161–166.
52. Бессчетнова Н. Н., Горелов Н. И., Козлов Н. А. Идентификационное значение угла крепления ветвей при изучении вегетативного потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесоводство Нижегородской области на рубеже веков: Сборник научных трудов по материалам научно-практической конференции. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2004. — С. 28–43.
53. Бессчетнова Н. Н., Есичева Н. А. Оценка фотосинтетической способности хвои клонов плюсовых деревьев сосны лапландской (*Pinus sylvestris* L. Subsp. *Larponica* Fries.) в условиях Нижегородской // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / Под общ. ред. Бессчетновой Н. Н. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 123–131.
54. Горелов А. Н., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Таксационные показатели испытательных культур сосны обыкновенной в Нижегородской области // 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.
55. 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.
56. 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. Матер. XVIII Междунар. науч.-тех. конф.: г. Вологда, 1 декабря 2020 г. / Ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 60–62.

57. 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: г. Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 72–74.

58. Лугинина Л. И., Бессчетнов В. П. Лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в республике Татарстан, созданные посадочным материалом с закрытой корневой системой // Леса России: политика, промышленность, наука, образование / Под редакцией В. М. Редько. Матер. междунар. науч.-тех. конф.: г. Санкт-Петербург, 24–26 мая 2017 г. Том 1. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2017. — С. 106–109.

59. Лугинина Л. И., Бессчетнов В. П. Сравнительный анализ лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в республике Татарстан // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы третьей международной научно-технической конференции: г. Санкт-Петербург, 23–24 мая 2018 г. Том 2 / Под ред. В. М. Редько. — Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2018. — С. 106–109.

60. Самойлова Л. И., Бессчетнов В. П. Содержание пигментов в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), выращенной по различным технологиям в Республике Татарстан // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 212–219.

61. Сорокин Д. М., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной величине годичных приростов // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 113–118.

Информация об авторах

ТЕЛЕНКОВА Наталья Сергеевна — магистрант 3 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — лесные культуры, искусственные насаждения древесных и кустарниковых пород. E-mail: telenkovanatasha@gmail.com

ЗАХАРОВ Алексей Борисович — кандидат биологических наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — экология и биология древесных и кустарниковых пород. Автор 14 научных публикаций. E-mail: alexeinn1@mail.ru

ПАНИКАРОВ Иван Игоревич — магистрант 1 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород. Область научных интересов — лесные культуры, селекция, семеноводство древесных и кустарниковых пород. E-mail: ivan.panikarov@yandex.ru

THE EFFECTIVENESS OF ARTIFICIAL RESTORATION OF HAREMS IN THE PINE FORESTS OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

N. S. Telenkova, A. B. Zakharov, I. I. Panikarov
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

Resume. The Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), having a very noticeable economic significance everywhere, has found wide application in operational and protective plantings, landscaping of populated areas. This leads to an increased interest in improving the methods of restoring its plantations destroyed during operation, forest fires or other causes, which fully complies with the most important provisions of the State Strategy for the Development of the Forest Complex for the period up to 2030. The purpose of the study is to evaluate the effectiveness of forest-cultural activities carried out in the areas of harem with natural and artificial restoration. The laying of trial areas was carried out according to the current regulations. The subject of research is a comparative assessment of the taxation indicators of pine stands in the areas of the 2010 harem with natural and artificial restoration. The heterogeneity of the characteristics of the surveyed plantings of artificial and natural origin according to the most important taxation indicators has been established. Differences of plants at the same biological age (10 years) in key characteristics in areas with natural regeneration and in forest crops were recorded. It is noted that the forest crops of scots pine, created in the Nizhny Novgorod region, differed markedly from the sites of the same age with natural renewal of the forest according to the most important taxation indicators. Reliably the best results in plant height and the cleanness of their trunk from branches were achieved when creating forest crops with standard planting material, which allows us to recognize this method as quite effective in the conditions of the Nizhny Novgorod region and recommend its wider application.

Keywords: Scots pine, burning, natural regeneration, artificial reforestation, seedlings, forest crops, taxation indicators.

АНАЛИЗ РОСТА КУЛЬТУР ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ЛЫСКОВСКОМ МЕЖРАЙОННОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

В. И. Тогузов^{1,2}, О. Ю. Храмова²

¹Лысковское межрайонное лесничество Министерства лесного хозяйства и охраны объектов животного мира Нижегородской области, Лысково Нижегородской области, Россия

²Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Обследованы культуры ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.) различного целевого назначения (лесные и ландшафтные) на территории Лысковского межрайонного лесничества Нижегородской области, созданные в разных лесорастительных условиях, с различной густотой и агротехникой. Исследования выполняли в полевых условиях с привлечением общепризнанных методических схем организации работ и построения выборок. Сбор полевого материала проводили по общепринятым методикам. При обработке исходных данных применяли методы математической статистики с использованием компьютерной программы Excel. Отмечено, что ландшафтные культуры имеют существенно более высокие показатели по сравнению с лесными культурами. Установлены их основные параметры: средняя высота ландшафтных культур — 173 см, лесных — 97 см, диаметр стволика у корневой шейки соответственно — 4,4 см и 1,9 см, текущий прирост по высоте — 51,5 см и 31,8 см. Сохранность ландшафтных культур составила 100 %, лесных — 27 %. Установлена динамика ежегодного прироста саженцев по высоте и по диаметру ствола, приведены графики их роста по годам, выявлена высокая и значительная положительная зависимость прироста культур по высоте от суммы положительных температур выше +5°C и выше +10°C в первой половине вегетационного периода, значительная отрицательная зависимость их роста от количества осадков в течение вегетационного периода.

Ключевые слова: лесные культуры, ландшафтные культуры, густота, агротехника, диаметр ствола у корневой шейки, ежегодный прирост, продуктивность, корреляция.

Введение. Ель европейская (*Picea abies* (L.) H. Karst.) является одной из главных лесообразующих пород в европейской части России [14], включая Нижегородскую область, где она неизменно выступает предметом разноплановых исследований по широкому списку признаков, имеющих хозяйственное, адаптационное и идентификационное значение [9,13,27], в частности, пигментный состав хвои [1,5,10,16,17,23,27], содержание и баланс запасных веществ [12,13], технологии семенного размножения [9,11,27] и искусственного лесовосстановления [25, 28]. Здесь её изучение проводится в сравнении с многочисленными интродуцентами, представляющими род Ель (*Picea* A. Dietr) [6–8,13,18–23,32]. В Нижегородской области при освоении плодородных земель под сельскохозяйству и интенсивном использовании еловой древесины для целлюлозно-бумажной промышленности площадь темнохвойных лесов сильно сократилась. Еловые леса занимают всего 176,5 тыс. гектаров или 6,5 % от общей лесопокрытой площади области [24]. В связи с этим искусственное восстановление еловых насаждений путем создания лесных и плантационных культур весьма актуально [14,25]. Продуктивность искусственно создаваемых насаждений неразрывно связана с агротехникой и условиями их выращивания. Густота посадки является одним из основных лесокультурных при-

емов, обуславливающим успешность роста и продуцирования искусственных насаждений различного целевого назначения. Прослеживается четкая зависимость уменьшения среднего диаметра и высоты культур с увеличением густоты посадки [14]. Основными причинами гибели, низкой продуктивности и смены ценных хвойных насаждений на лиственные являются отсутствие или недостаточный уход, заглушение нежелательными породами, повреждение вредителями и болезнями, пожары, нарушение агротехники создания и другие [24].

Цель исследований — анализ роста культур ели в различных условиях, выявление факторов, отрицательно влияющих на их качество для прогнозирования продуктивности в будущем и разработки рекомендаций по лесовосстановлению и лесоразведению.

Объекты, условия и методы. Объектами обследования служили культуры ели европейской различного назначения, произрастающие на территории Лысковского межрайонного лесничества Нижегородской области. Первый участок — лесные культуры, созданные в Княгининском участковом лесничестве в условиях свежей субори (B_2) осенью 2014 года. Посадку проводили вручную под меч Колесова в дно плужных борозд. Первоначальная густота посадки составляла 4300 шт./га, расстояние между рядами в среднем 3,3 м, в рядах — 0,7 м.

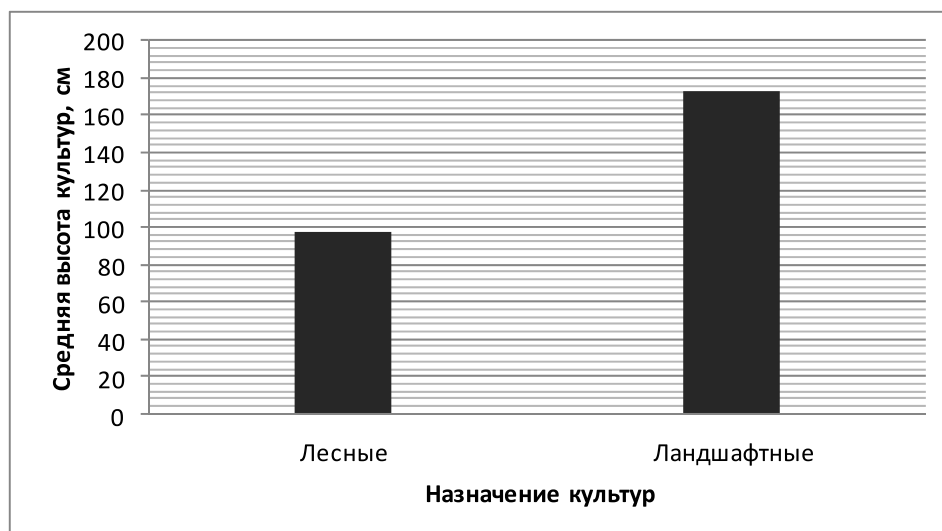


Рисунок 1 — Средняя высота культур ели европейской на разных участках

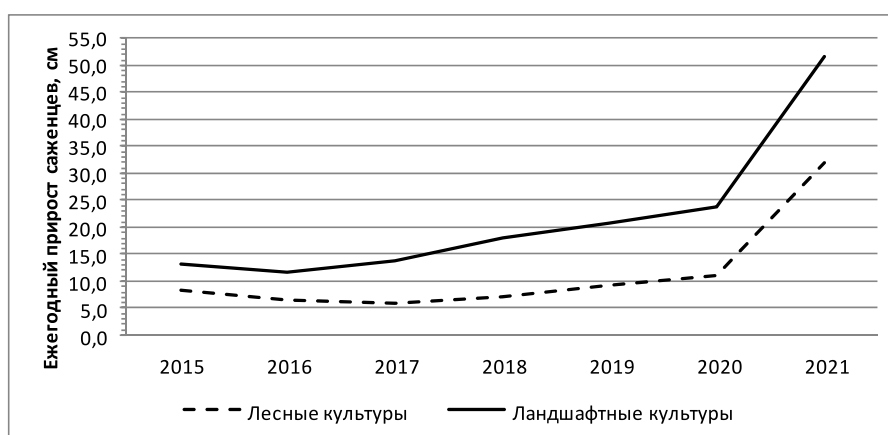


Рисунок 2 — Ежегодный прирост культур ели европейской по высоте, на участках разного назначения

Уход за культурами проводили только в последние годы. Второй обследованный участок представлен ландшафтными культурами ели, созданными весной 2015 года в честь 70-летия победы на старопахотных землях рядом с селом Семьяны в условиях сложных суборей (C_2). Посадка осуществлялась вручную при помощи лопаты с размещением рядами 2,3 м на 2,3 м. Количество посадочных мест 2000 штук на 1 га. Уход за саженцами проводили ежегодно. Для производства культур на этих участках использовали стандартный посадочный материал — 3-летние сеянцы ели европейской из Семеновского спецсемлесхоза. Возраст культур на момент обследования составил 9 лет.

Исследования выполняли в полевых условиях с привлечением общепризнанных методических схем организации работ и построения выборок. Методологической основой служили всеобщий и общенаучные методы исследований, предусматривающие реализацию принципов пригодности и целесообразности опыта [2–4]. Сбор полевого материала проводили по общепринятым методи-

кам. Закладку пробных площадей и исследования проводили в соответствии с общепринятой методикой обследования лесных культур. Сохранность определяли исходя из первоначальной густоты культур и количества сохранившихся растений на пробной площади [15,29,30]. Высоту культур и ежегодные приросты по высоте измеряли рулеткой с точностью до 1 м, диаметры стволиков — штангенциркулем с точностью до 0,01 см [28,31]. Обработка исходных данных проведена с применением методов математической статистики [15,26] и использованием программы Excel.

Результаты и обсуждение. Сохранность лесных культур ели европейской на первом участке составила 27 %, ландшафтных культур — 100 %. Большинство саженцев (на первом участке 84 %, на втором участке — 98 %) находятся в хорошем состоянии. Высота культур на обследованных участках представлена на рисунке 1. Средняя высота ландшафтных культур составила $173,0 \pm 5,3$ см, что значительно превышает высоту лесных культур ($96,9 \pm 3,1$ см).



Рисунок 3 — Ход роста культур по высоте на различных участках

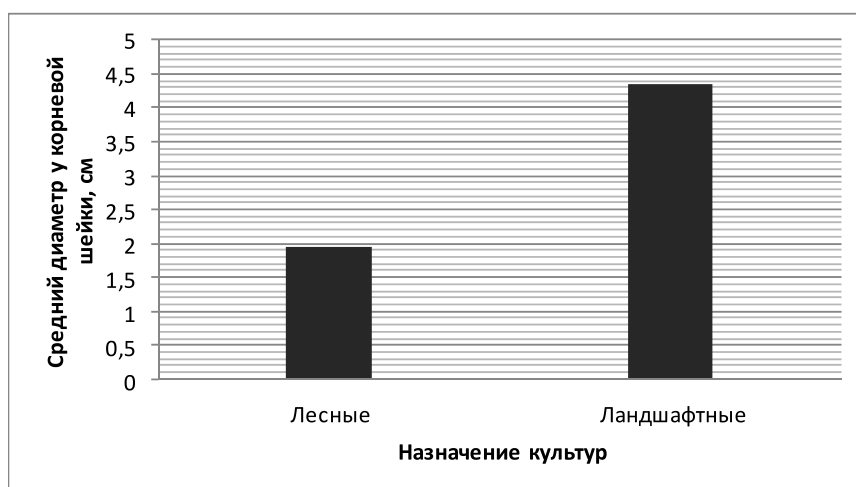


Рисунок 4 — Средний диаметр стволика у корневой шейки культур ели европейской различного назначения

Рисунок 2 иллюстрирует ежегодный прирост культур ели на разных участках по высоте. Видно, что в первые годы после посадки прирост по высоте снижается, особенно это заметно у лесных культур. При посадке в дно борозды и отсутствии необходимых уходов саженцам ели трудно конкурировать с травянистой и нежелательной древесной растительностью, складываются неблагоприятные условия для их роста. В дальнейшем, начиная с 2017 года на участке № 2 (ландшафтные культуры), с 2018 года на участке № 1 (лесные культуры) прирост саженцев постепенно увеличивается и достигает наибольших значений в 2021 году — $51,5 \pm 2,3$ см у ландшафтных культур, $31,8 \pm 1,5$ см у лесных культур. Динамика высоты культур на разных участках представлена на графике (рис. 3). Наглядно видно, что темпы роста в высоту у ландшафтных культур намного выше, чем у лесных и с возрастом различия по высоте саженцев на разных участках увеличиваются.

В 2015 году, в возрасте 4 лет ландшафтные культуры были выше лесных в среднем на 34 %,

в 2021 году это превышение составило уже 78 %. Это связано с более плодородными почвенными условиями, лучшей освещенностью и отсутствием межвидовой и внутривидовой конкуренции у культур на втором участке.

Существенные различия наблюдаются и по среднему диаметру ствола у корневой шейки (рис. 4). У ландшафтных культур этот показатель составляет $4,36 \pm 0,12$ см, у лесных всего $1,95 \pm 0,05$ см.

Ежегодный прирост культур по диаметру ствола на разных участках, представленный на графике (рис. 5), демонстрирует еще большие различия между ними по этому показателю.

Находясь в условиях жесткой конкуренции за свет и питательные вещества, лесные культуры имеют очень низкий радиальный прирост, и только после проведения ухода в последние годы прирост их по диаметру ствола заметно увеличивается. Ландшафтные культуры, произрастая на открытом месте, в более благоприятных почвенно-грунтовых условиях, в первые 4 года более интенсивно наращивают диаметр ствола. После 2018 года темпы ро-

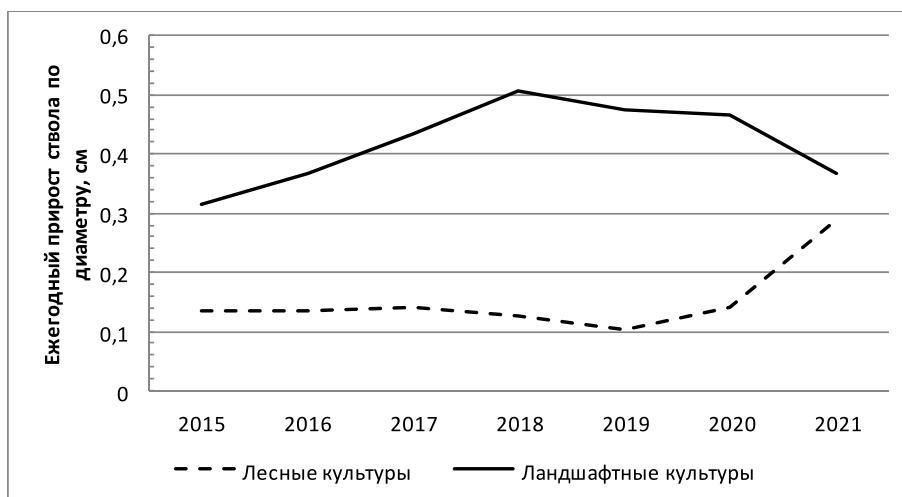


Рисунок 5 — Динамика прироста культур по диаметру ствола

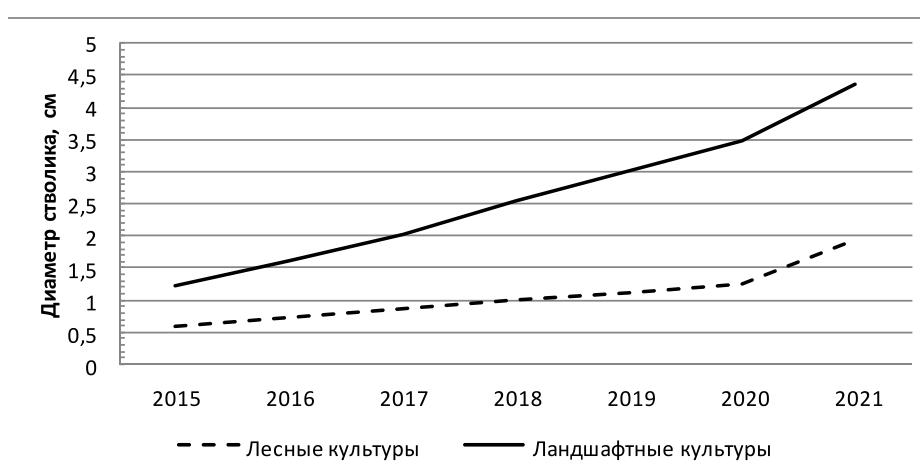


Рисунок 6 — Ход роста культур по диаметру ствола

ста их по диаметру снижаются в связи с увеличением темпов роста в высоту.

Ход роста культур ели на разных участках по диаметру ствола показан на графиках (рис. 6). Превышение диаметра ствола у ландшафтных культур по сравнению с лесными составило в возрасте 4 лет на 105 % или в 2,1 раза, в возрасте 9 лет — на 126 % или в 2,3 раза.

Для выявления зависимости роста культур от погодных условий был проведен корреляционный анализ, результаты которого представлены в таблице. Установлена положительная зависимость прироста культур ели по высоте от суммы положительных температур выше $+5^{\circ}\text{C}$ и выше $+10^{\circ}\text{C}$: в июне — высокая и значительная (коэффициенты корреляции (r) соответственно 0,71 и 0,68), в июле — умеренная и значительная. В сентябре повышенные температуры воздуха отрицательно влияют на прирост саженцев — выявлена значительная отрицательная зависимость роста культур от суммы положительных температур выше $+5^{\circ}\text{C}$

и выше $+10^{\circ}\text{C}$ ($r = -0,61$; $-0,52$) и выше $+10^{\circ}\text{C}$ ($r = -0,59$; $-0,48$). Установлена также отрицательная зависимость роста саженцев ели от количества осадков в течение всего вегетационного периода, особенно в июле — значительная и высокая ($r = -0,67$; $-0,72$). Положительное влияние осадков на рост культур умеренное и значительное ($r = 0,43$; $0,53$) отмечено только в мае.

Выводы. Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Ландшафтные культуры ели европейской, созданные для рекреационных целей с первоначально более редким размещением, в более благоприятных почвенно-грунтовых условиях при ежегодном уходе имеют значительно более высокие показатели роста как по высоте, так и по диаметру ствола по сравнению с лесными культурами. Темпы их роста с возрастом увеличиваются. Сохранность на момент обследования составила 100 %.

2. Лесные культуры, созданные по дну плужных борозд с первоначальной густотой 4300 штук на 1

**Результаты корреляционного анализа годового прироста культур по высоте
с погодными условиями вегетационного периода**

Метеопоказатели за анализируемый период	Участок 1 Лесные культуры			Участок 2 Ландшафтные культуры		
	r	±m _r	t _r	r	±m _r	t _r
Сумма температур выше +5° С						
Всего за вегетационный период, в т.ч по месяцам:	0,47	0,39	1,20	0,53	0,38	1,40
июнь	0,71	0,31	2,28	0,68	0,33	2,06
июль	0,45	0,40	1,13	0,53	0,38	1,39
Сентябрь	-0,61	0,36	-1,71	-0,52	0,38	-1,36
Сумма температур выше +10° С						
Всего за вегетационный период, в т.ч по месяцам:	0,41	0,41	0,99	0,44	0,40	1,10
июнь	0,67	0,33	1,99	0,62	0,35	1,75
июль	0,45	0,40	1,13	0,53	0,38	1,39
Сентябрь	-0,59	0,36	-1,62	-0,48	0,39	-1,22
Сумма осадков, мм						
Всего за вегетационный период, в т.ч по месяцам:	-0,65	0,34	-1,89	-0,69	0,32	-2,13
Май	0,43	0,40	1,06	0,53	0,38	1,38
июль	-0,67	0,33	-2,03	-0,72	0,31	-2,34

гектар, произрастающие в условиях жесткой конкуренции со стороны нежелательной древесно-кустарниковой растительности при отсутствии необходимого количества уходов в первые годы, имеют низкую сохранность (всего 27 %) и значительно более низкие параметры — высоту на 78 %, диаметр ствола у корневой шейки на 126 % ниже, чем у ландшафтных культур.

3. Продуктивность культур в значительной мере зависит от многих факторов, в частности от размещения при посадке, способа подготовки почвы и посадки, количества и качества агротехнических

и лесоводственных уходов, своевременное проведение которых позволяет избежать заглушения саженцев травянистой и нежелательной древесно-кустарниковой растительностью.

4. Прирост культур ели в высоту в высокой и значительной степени зависит от суммы положительных температур выше +5° С и выше +10° С в первой половине вегетационного периода. Отмечена также значительная отрицательная зависимость роста культур от повышенных температур в конце вегетационного периода и количества осадков.

Список литературы

1. 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.
2. Бессчетнова, Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2015. — 586 с.
3. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — 464 с.
4. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2014. — 368 с.
5. 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
6. 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
7. 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
8. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Кулькова А. В., Широков А. И. Корреляция содержания крахмала в тканях побегов представителей рода ель (*Picea A. Dietr.*) // Вестник Казанского государственного аграрного университета. Научный журнал. — 2018. — № 2 (49). — С. 19–22. DOI: 10.12737/article_5b34ff5f201623.29401443

9. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Носов, С. С. Влияние технологических элементов на рост и развитие сеянцев ели европейской при контейнерном выращивании // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. научн.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 107–114.
10. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Орнатский А. Н., Щербаков А. Ю. Корреляция показателей пигментного состава хвои ели европейской в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. — 2022. — Т. XXXX, № 1. — С. 9–17
11. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Храмова О. Ю., Дорожкина Л. А. Стимулирующий эффект препарата Эко-Фус в предпосевной обработке семян ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.) // Агрохимический вестник. — 2017. — № 2. — С. 41–44.
12. Бессчетнова Н. Н., Кулькова А. В. Сравнительная оценка представителей рода ель (*Picea* L.) по содержанию жиров в тканях годичных побегов // Научные и инновационные разработки молодых ученых-агров: Сборник трудов молодых ученых ФГБОУ ВПО «Нижегородская ГСХА» за 2014–2015 гг. / Под общ. ред. А. Г. Самоделкина, Е. В. Дабаховой и А. А. Романова. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2015. — С. — 53–58.
13. Бессчетнова Н. Н., Кулькова А. В. Содержание запасных питательных веществ в клетках тканей годичных побегов представителей рода ель (*Picea* L.) в условиях Нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2019. — № 6, — С. 52–61. DOI:10.37482/0536-1036-2019-6-52
14. Гвоздев В. К. Динамика роста и продуктивности лесных культур ели европейской разной густоты посадки // Лесное хозяйство. — 2012. — № 1. — С. 161–164.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учеб. Изд. 5-е, доп. и перераб. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351с.
16. Ершов П. В., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев ели европейской // Хвойные бореальной зоны. — 2017. — Том XXXVI, № 3–4. — С. 29–37.
17. 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.
18. Кулькова А. В., Бессчетнова Н. Н. Темпы лигнификации представителей рода ель (*Picea*) на фоне изменений суммы положительных температур // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК: Матер. всерос. конф. молодых ученых, посв. 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА: г. Нижний Новгород, 15 декабря 2016 г. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — С. 36–41.
19. Кулькова А. В., Бессчетнова Н. Н. Грунтовая всхожесть семян ели Шренка при интродукции в Нижегородскую область // Актуальные проблемы лесного комплекса: по итогам международной научно-практич. конференции, 1–30 ноября 2020 г. / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 58. — Брянск: БГИТУ, 2020. — С. 97–100.
20. 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
21. 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.
22. 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
23. 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
24. Куприянов Н. В., Веретенников С. С., Шишов В. В. Леса и лесное хозяйство Нижегородской области. — Н. Новгород: Волго-Вятское книжное издательство, 1995. — 379 с.
25. Лабутина 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. Матер. XVIII Межд. науч.-тех. конф.: г. Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 72–74.
26. Лакин Г. Ф. Биометрия. — М.: Высшая школа, 1990. — 352 с
27. Лугинина Л. И., Бессчетнов В. П. Пигментация хвои сеянцев ели обыкновенной (*Picea abies* L.) с закрытой корневой системой // Актуальные проблемы лесного комплекса. Матер. XVIII-ой междунар. науч.-тех. Интернет-конф. «Лес-2017»: г. Брянск, 1–30 мая 2017 г. / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сб. науч. тр.. Вып. 47. — Брянск: БГИТУ, 2017. — С. 131–137.
28. Овчинникова, С. М. Храмова О. Ю. Динамика роста культур сосны обыкновенной в условиях Шатковского районного лесничества Нижегородской области // Молодежный агрофорум — 2021. Материалы Международной научно-практической интернет-конференции молодых ученых / Под общ. ред. Н. Ю. Бармина. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2021. — С. 198–207.

29. Савченкова, В. А. Комплексная оценка лесовозобновления на вырубках и проектирование лесовосстановительных работ: учебное пособие. — Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019 — С. 41–43.

30. Технические указания по проведению инвентаризации лесных культур, защитных лесных насаждений, питомников, площадей с пройденными мерами содействия естественному возобновлению леса и вводу молодняков в категорию ценных древесных насаждений. — М.: ВНИИЦлесресурс, 1990. — 79 с.

31. Храмова О. Ю., Яшин М. А. Особенности роста лесных культур сосны кедровой сибирской в Семеновском лесничестве Нижегородской области // Проблемы сельскохозяйственного производства: Матер. науч.-практ. конф. преподавателей и студентов по итогам 2007–2008 учебного года / НГСХА. — Нижний Новгород, 2008. — С. 109–114.

32. 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 // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2022. — № 4. — С. 39–51. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-4-39-51

Информация об авторах

ТОГУЗОВ Владимир Иванович — заместитель руководителя, Лысковское межрайонное лесничество Министерства лесного хозяйства и охраны объектов животного мира Нижегородской области, магистрант кафедры лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. Область научных интересов — лесовосстановление. E-mail: hoy1368@gmail.com

ХРАМОВА Ольга Юрьевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — семеноводство, лесовосстановление, интродукция древесных пород. Автор 32 научных публикаций. E-mail: hoy1368@gmail.com

ANALYSIS OF EUROPEAN SPRUCE GROWTH IN THE LYSKOVSKY INTERDISTRICT FORESTRY OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

V. I. Toguzov^{1,2}, O. Yu. Khranova²

¹Lyskovskoye Interdistrict Forestry Ministry of Forestry and Wildlife Protection of fauna objects of the Nizhny Novgorod region

² Nizhny Novgorod State agricultural academy

Annotation. We surveyed the European spruce cultures of different target purposes (forest and landscape) on the territory of Lyskovsky interdistrict forestry unit of Nizhny Novgorod region, created in different silvicultural conditions, with different density and agrotechnics. The studies were performed under field conditions using generally accepted methodological schemes of work organization and sampling design. The field material was collected according to generally accepted methods. When processing the initial data, the methods of mathematical statistics with the use of Excel computer program were used. It was noted that landscape crops have significantly higher indicators in comparison with forest crops. Their basic parameters were established: the average height of landscape cultures — 173 cm, forest cultures — 97 cm, trunk diameter at the root neck — 4.4 cm and 1.9 cm respectively, the current height increment — 51.5 cm and 31.8 cm. Preservation of landscape crops was 100%, forest crops — 27%. The dynamics of annual growth of seedlings in height and in diameter of a trunk is established, the graphs of their growth by years are resulted, high and significant positive dependence of cultures growth in height on the sum of positive temperatures above +5°C and above +10°C in the first half of vegetation period, significant negative dependence of their growth on quantity of precipitation during vegetation period are revealed.

Keywords: forest crops, landscape crops, density, agrotechnics, trunk diameter at the root neck, annual growth, productivity, correlation.

ПЛОДОНОШЕНИЕ И РАЗМНОЖЕНИЕ СОРТОВ ЯБЛОНИ В АЛТАЙСКОМ БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ГОРОДА РИДДЕР

А. Р. Токтаргалиева, Е. А. Асангалиев, С. С. Лутай, А. О. Лутай
Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева

Аннотация. В статье установлено проявление сортовой и индивидуальной изменчивости яблони, произрастающей в открытой форме в коллекции Алтайского ботанического сада. Цель исследований — проведение отбора по фенологии и плодоношению деревьев, произрастающих в открытой форме, гибридизация, выращивание селекционного посадочного материала при семенном и вегетативном размножении. Отсеlectedированы сеянцы яблони разных сортов, полученные от контролируемого и свободного опыления. Выращен посадочный материал яблони разных сортов при семенном и вегетативном размножении. Деревья яблони не зависимо от сортовой принадлежности отличаются индивидуальной изменчивостью. При гибридизации в большей степени преобладают в потомстве свойства материнских деревьев в сравнении с отцовскими. Площадь листа сеянца в возрасте двух и более лет можно использовать в качестве диагностического показателя крупности плодов. Отбор сеянцев целесообразно проводить в семьях при контролируемом и свободном опылении по следующим показателям: окраска, площадь листьев и диаметр стволика. Размножение яблони прививкой значительно сокращает период до начала плодоношения.

Ключевые слова: яблоня, плодоношение, размножение, селекция, гибридизация.

Введение. Алтайский ботанический сад — ботанический сад Комитета науки Министерства образования и науки Казахстана расположен в городе Риддер. Инициатор и создатель сада — Петр Александрович Ермаков. Основная задача учёных Алтайского ботанического сада — разработка теоретических и практических вопросов распространения и акклиматизации растений, изучение биоэкологических особенностей их роста и развития в неблагоприятных почвенно-климатических условиях; создание и сохранение коллекций растений, охрана генофонда. Ими ведётся разработка рекомендаций по их размножению и уходу, внедрение видов в различные отрасли народного хозяйства. В Алтайском ботаническом саду около 4000 видов высших растений (из них 2000 видов относится к местной флоре). В Восточном Казахстане большую известность имеет Алтайский ботанический сад, в котором собрана уникальная коллекция сортов яблони, выведенных советскими и зарубежными садоводами. 39 сортов произрастают в стелющейся форме на площади 8 га земли, где яблони разных сортов растут в открытой форме: 9 сортов относятся к группе летних, 15 — к группе зимних. Ранее проведенные исследования по гибридизации яблони показали успешность скрещивания некоторых сортов. Гибридизация является одним из распространенных и эффективных методов селекции. Основными задачами гибридизации являются объединение в генотипе гибрида желательных свойств скрещиваемых растений и получение большого разнообразия для последующего отбора. Успех гибридизации зави-

сит от удачного подбора родительских пар, получения гибридных сеянцев [1–5].

Цель исследований — проведение отбора по фенологии и плодоношению деревьев, произрастающих в открытой форме, гибридизация, выращивание селекционного посадочного материала при семенном и вегетативном размножении.

Основные задачи исследований:

- 1) изучить проявление изменчивости яблони разных сортов по фенологии, урожайности, произрастающей в открытой форме на нижней террасе сада, подобрать пары для скрещивания;
- 2) провести гибридизацию яблони для получения новых перспективных сортов, отличающихся устойчивостью к весенним, осенним заморозкам, крупноплодностью, бордовой окраской плодов, повышенной урожайностью, ранним периодом созревания плодов;
- 3) использовать элементы ранней диагностики для отбора сеянцев среди сибов и полусибов.

Объекты, условия и методы. Впервые в Алтайском ботаническом саду определена изменчивость по фенологии, плодоношению деревьев яблони разных сортов, произрастающих в открытой форме. Подобраны пары для скрещивания с использованием отсеlectedированных деревьев, произрастающих в открытой и стелющейся формах. Установлена эффективность проведения прямых и обратных скрещиваний. Проведен отбор экземпляров с использованием элементов ранней диагностики. Изучены особенности роста и плодоношения привитых растений в зависимости от сортовой принадлежности.

В основу исследования положен комплексный подход к проведению отбора, гибридизации яблони, изучению показателей гибридных сеянцев и вегетативно размноженного потомства. Используются традиционные, научно-обоснованные методы сбора полевого материала при проведении селекционных исследований. При отборе сеянцев применяли элементы ранней диагностики: на крупность плодов — площадь листа и диаметр стволика, на окраску плодов — окраску листьев сеянцев. Определяли тесноту связи между массой плода и площадью листа материнских деревьев ($r=0,910\pm0,071$). Вариабельность показателей устанавливали по шкале уровней изменчивости, предложенной С. А. Мамаевым и определяемой по коэффициенту вариации: $V > 12\%$ — низкий; 13–20% — средний; 21–40% — высокий; $< 40\%$ — очень высокий [6,7].

Программой исследований предусматривались:

- 1) отбор по фенологии и плодоношению урожайных деревьев, произрастающих в открытой форме;
- 2) подбор пар для скрещивания, проведение гибридизации по элементам ранней диагностики, коррелирующим с крупноплодностью и бордовой окраской плодов;
- 3) размножение единичных деревьев коллекции прививкой, наблюдение за их ростом и началом плодоношения.

Для решения поставленных задач были использованы общепринятые методики. Фенологические наблюдения проводили по методике Г. А. Лобанова. Количество плодов на дереве устанавливали по методу В. А. Потапова. Массу плода определяли весовым методом. При отборе деревьев разных сортов определяли размеры, массу и окраску плодов. Гибридизацию проводили по методике А. Я. Любавской, включающей в себя: 1) подбор родительских пар; 2) сбор пыльцы; 3) подготовка женских цветков к опылению (изоляция); 4) проведение опыления; 5) сбор гибридных семян; 6) посев семян гибридных и полученных от свободного опыления; 7) отбор сеянцев среди сибов и полусибов по элементам ранней диагностики: диаметр стволика, площадь, окраска листьев. Вегетативное размножение яблони осуществляли прививкой по способам «за кору» (диаметр подвоя больше диаметра привоя) и «улучшенная копулировка» (диаметр подвоя равен диаметру привоя). Посев семян, посадку вегетативно размноженных саженцев осуществляли общепринятым способом. Результаты исследований обрабатывали на ПЭВМ с современным программным обеспечением [8,9].

Результаты и обсуждение. Фенологические наблюдения проводят с целью отбора материнских деревьев менее подверженных воздействию весенних и осенних заморозков. В период с 2018 по 2022 гг. начало набухания почек у разных сортов яблони, произрастающих в открытой форме, отмечено с 20 апреля по 8 мая, цветения — с 23 мая по 6 июня, созревания плодов — 7 августа–14 сентября; листопада — с 15 сентября по 11 октября. Позднее наступление фаз отмечено в 2018 г., ранее — в 2022 г. Наблюдается большая межсортовая и внутрисортовая изменчивость. Проведенные наблюдения позволили установить особенности фенологии деревьев яблони разных сортов, отселектировать наиболее зимостойкие особи для дальнейшего отбора и гибридизации.

За анализируемый период процент плодоносящих деревьев разных сортов варьировал по годам от 14,3 до 100,0%. Деревья сорта Яблоня Манчжурская плодоносили ежегодно. Единичный экземпляр сорта Аркад зимний образовал плоды только в 2018–2022 годах. Низкий процент плодоносящих деревьев отмечен у сорта Яблоня бурая. В 2018 г. наибольшее число плодов отмечено у деревьев сорта Яблоня домашняя (212,7 шт.), в 2019 г. — Яблоня китайская (390,7 шт.), в 2020 г. — Яблоня Саржента (1148,3 шт.). Наблюдения за плодоношением деревьев яблони разных сортов в течение пятилетнего периода позволили отселектировать экземпляры, произрастающие на нижней террасе сада в открытой форме, по крупности плодов и повышенной урожайности.

Для гибридизации были использованы отселектированные деревья, произрастающие в Ботаническом саду.

Malus hybrida hort. — Яблоня гибридная.

Садовая форма. Дерево или кустарник до 8 м высотой. В саду с 1967 года семенами из Барнаула. В 47 лет высота 7 м. Вегетация в конце апреля по первую декаду октября, 172 дня. Рост побегов с начала мая по первую декаду октября. Обильно, ежегодно цветет с 13 лет в мае — июне. Семени созревают к середине сентября. Плодоношение в основном хорошее. Осенняя раскраска листьев в бордовые тона во второй половине сентября. Опад листьев в первой половине октября. Зимостойкость I. Одревеснение побегов 100%. Группа перспективности I. Очень декоративна красноватыми листьями в летнее время и пурпурово-бордовыми осенью, также во время цветения розовыми цветками и пурпурово-красными плодами. Рекомендуются в озеленение региона.

Malus hybrida hort. cv. Аврора. — Яблоня гибридная сорт Аврора.

Сорт. Дерево или кустарник. В дендрарии с 1973 года 3 экз., завезены живыми растениями из Барнаула. В 41 год высота 5 м. Вегетирует со второй половины апреля до середины октября, 170 дней. Побеги растут с начала мая по 13 июля, в течение 70 дней. Первое цветение в 10 лет в конце мая, начале июня. Характер цветения в разные годы различный, от удовлетворительного до обильного. Плодоношение не ежегодное, в сентябре, октябре. Расцветивание листьев в бордовые тона в сентябре, листопад в первой декаде октября. Зимостойкость I. Одревеснение побегов 100 %. Группа перспективности I. Декоративна густо-пурпурово-розовыми цветками и темно-пурпуровыми плодами. Заслуживает широкого применения в садоводстве.

Заключение. Деревья яблони не зависимо от сортовой принадлежности отличаются индиви-

дуальной изменчивостью, что позволило отселектировать экземпляры с более поздним началом вегетации, ежегодным обильным плодоношением, крупностью плодов и использовать их для гибридизации. При гибридизации в большей степени преобладают в потомстве свойства материнских деревьев в сравнении с отцовскими. Площадь листа сеянца в возрасте двух и более лет можно использовать в качестве диагностического показателя крупности плодов. При выращивании привитого посадочного материала большое влияние на интенсивность роста и начало плодоношения оказывает подбор маточного дерева. Отбор сеянцев целесообразно проводить в семьях при контролируемом и свободном опылении по следующим показателям: окраска, площадь листьев и диаметр стволика. Размножение яблони прививкой значительно сокращает период до начала плодоношения.

Список литературы

- 1 Буторова О. Ф., Репях М. В., Сапрунова (Попова) Н. Н. Особенности фенологии яблони в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского // Ботанические исследования в Сибири. — Красноярск, 2011. — Вып. 19. — С. 19–23.
- 2 Попова Н. Н., Матвеева Р. Н., Моксина Н. В., Репях М. В. Гибридизация яблони на крупноплодность и раннее созревание плодов // Вестник КрасГАУ. — 2015. — № 2. — С. 201–206.
- 3 Попова Н. Н., Репях М. В. Рост привитых саженцев на нижней террасе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского // Вестник КрасГАУ. — 2015. — № 4. — С. 82–84.
- 4 Репях М. В. Сапрунова (Попова) Н. Н. Анализ урожайности летних сортов яблони на нижней террасе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского в 2010 г. // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. — Красноярск: СибГТУ, 2011. — С. 98–100.
- 5 Репях М. В., Попова Н. Н. Особенности роста и плодоношения летних сортов яблони на нижней террасе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского // Вестник КрасГАУ. — 2013. — № 7 — С. 99–101.
- 6 Репях М. В., Попова Н. Н. Отбор маточных растений яблони по фенологии на нижней террасе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского // Вестник КрасГАУ. — 2015. — № 1. — С. 28–31.
- 7 Репях М. В., Попова Н. Н. Сезонный ритм развития различных сортов яблони на нижней террасе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского // Вестник КрасГАУ. — 2014. — № 8. — С. 65–68.
- 8 Репях М. В. Сапрунова (Попова) Н. Н. Урожайность летних сортов яблони на нижней террасе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. — Красноярск: СибГТУ, 2011. — С. 98–100.
- 9 Сапрунова (Попова) Н. Н., Репях М. В., Оберман Н. В. Особенности плодоношения яблони в 2011 г. на нижней террасе Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки. — Красноярск: СибГТУ, 2012. — Т. I. — С. 55–57.

Информация об авторах

ТОКТАРГАЛИЕВА Айдаана Раиповна — магистрантка 2 курса обучения по специальности 7М08301 — Лесные ресурсы и лесоводство. Область научных интересов — исследования по селекции, размножении и гибридизации древесных и кустарниковых пород.

АСАНГАЛИЕВ Елибек Атрауович — кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, ВКО, Казахстан. Область научных интересов — биология растений, инновационные технологии получения фиторегуляторов природного происхождения; инкрустация семян растений, лесная пирология, сохранение биоразнообразия лесов Рудного Алтая. Автор более 130 научных работ, из них 85 инновационных патентов РК. ORCID 0000-0003-4002-8350. E-mail: elibek60@mail.ru

ЛУТАЙ Сергей Сергеевич — магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, ВКО, Казахстан. Область научных интересов — лесовосстановление, инновационные технологии по-

лучения фиторегуляторов природного происхождения; инкрустация семян растений, сохранение биоразнообразия Рудного Алтая. Автор 30 научных публикаций, в т.ч. 8 патентов РК. E-mail: sslutai@mail.ru. Автор 30 научных публикаций, в том числе 8 инновационных патентов РК. E-mail: sslutai@mail.ru

ЛУТАЙ Анастасия Олеговна — магистр технических наук, преподаватель Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, ВКО, Казахстан. Область научных интересов — техническое регулирование, стандартизация и аккредитация в обеспечении качества продукции, товаров и услуг; инкрустация семян растений, сохранение биоразнообразия; лесозащита и управление лесными ресурсами. Автор более 30 научных публикаций. E-mail: lutay_ao@mail.ru

FRUITING AND PROPAGATION OF APPLE VARIETIES IN THE ALTAI BOTANICAL GARDEN OF RIDDER

A. R. Toktargalieva, E. A. Asangaliev, S. S. Lutay, A. O. Lutay
D. Serikbayev East Kazakhstan technical university

Abstract. The article establishes the manifestation of varietal and individual variability of apple trees growing in an open form in the collection of the Altai Botanical Garden. The purpose of the research is to carry out selection on the phenology and fruiting of trees growing in an open form, hybridization, cultivation of selective planting material during seed and vegetative reproduction. Apple seedlings of different varieties obtained from controlled and free pollination were selected. Planting material of apple trees of different varieties was grown during seed and vegetative propagation. Apple trees, regardless of varietal affiliation, differ in individual variability. During hybridization, the properties of the mother trees prevail in the offspring to a greater extent in comparison with the paternal ones. The leaf area of a seedling at the age of two or more years can be used as a diagnostic indicator of the size of the fruit. It is advisable to select seedlings in families with controlled and free pollination according to the following indicators: color, leaf area and stem diameter. Propagation of apple trees by grafting significantly reduces the period before the beginning of fruiting.

Keywords: apple tree, fruiting, reproduction, breeding, hybridization.

УДК 632.53

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСАДКИ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ИХ ПРИЖИВАЕМОСТЬ

В. Б. Троц, Н. М. Троц

Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель Самарской области, Россия

Аннотация. В статье приводятся данные экспериментов, проведенных в лесах Исаклинского участкового лесничества в 2019–2021 гг. показывающие, что лучшая приживаемость сосны обыкновенной — на уровне 72,0–84,5 %, происходит при осенней посадке лесных культур. При всех сроках посадки наиболее лучше лесные культуры сохраняются в условиях дубняка пойменного (ДП). Наиболее высокую приживаемость лесные культуры сосны обыкновенной, как при осеннем, так и весеннем сроке посадки имеют в лесорастительных условиях Д₃. В условиях лесничества, посадку сосны обыкновенной на лесокультурной площади с лесорастительными условиями В₁ следует проводить в осенний период.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, сеянец, приживаемость, лесничество, срок посадки.

Введение. Одной из главных древесных пород лесов нашей страны является сосна обыкновенная [6–8]. Ее древесина широко применяется в различных хозяйственных отраслях. Благодаря неприхотливости и способности легко адаптироваться к различным лесорастительным условиям, в том числе и неблагоприятным для других лесообразующих пород лесостепной и степной зоны, она является ценнейшим видом для создания защитных

и зеленых насаждений в районах недостаточной влагообеспеченности и бедных почв [20]. В силу высокой утилитарной значимости сосна представляет собой объект многосторонних и разноплановых исследований [1–5,9–15]. Посадки сосны обыкновенной довольно широко распространены в Самарской области, в том числе и в Сергиевском лесничестве. Однако зачастую искусственные насаждения сосны обыкновенной имеют низкие темпы

роста и класс бонитета, что делает их не способными в полной мере выполнять возлагающие на них задачи. По сведениям многих лесоводов причиной этому является нерациональное размещение сосновых насаждений в ландшафтах [18–22]. Анализ имеющихся в лесничествах нормативных документов также показывает, что у лесоводов Среднего Поволжья нет современных рекомендаций по созданию сосновых посадок в различных типах леса и лесорастительных условиях. В связи с этим изучение особенностей приживаемости сеянцев сосны обыкновенной в разных условиях имеет большое научное и практическое значение.

Цель исследования — выявление особенностей приживаемости культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях Сергиевского лесничества.

Объекты, условия и методы. Исследования проводились в период 2019–2021 гг. в лесных культурах, заложенных на территории Исаклинского участкового лесничества находящегося в северо-восточной части Сергиевского лесничества ГКУ СО «Самарские лесничества». Климат района исследований — континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет + 2,9°C. Максимальные температуры летом могут достигать + 40°C, а минимальные зимой — 45°C. Среднее количество осадков за год варьирует от 480 до 500 мм. Сумма осадков, выпадающих за вегетационный период равна 250–290 мм. Теплый безморозный период составляют 136–143 дня. Территория лесничества расположена на западном крыле Бугульмино-Белебеевской возвышенности и имеет хорошо выраженный увалисто-равнинный ландшафт, пересеченный балками и оврагами, имеющим понижения и холмистые гряды [16,17]. Изучаемые нами посадки лесных культур сосны обыкновенной закладывались в следующих типах леса:

1. *Дубняк злаковый (ДЗ)* — как правило, занимает южную, верхнюю часть склона, редко само плато. Древостой низкоствольный, деревья 4–5 разряда высот, с полнотой 0,5–0,6. Класс бонитета — IV В составе: дуб черешчатый, липа мелколистная, ясень зелёный, яблоня лесная и груша дикая. Среди трав — звездчатка лесная, мятлик, осока и другие засухоустойчивые травы. Насаждение 2-х ярусное, во втором ярусе яблоня и груша. В подлеске произрастают бересклет бородавчатый, боярышник, лещина. Почвенный покров — это лесные суглинки на карбонатном лёссе, сухие (D_1).

2. *Дубняк кленово-кустарниковый (ДКК)* — находится в нижней части склонов. Почвы — серые

лесные свежие (D_2), супесчаные или суглинистые. Напочвенный покров осока, встречается хмель, ежевика. В данном типе леса дуб черешчатый соседствует с липой мелколистной, клёном остролистным и березой повислой. Их класс бонитета II–III. Древостой 2-х ярусный, в первом ярусе с дубом черешчатым произрастает береза повислая. В подлеске преобладают калина и жимолость.

3. *Дубняк крапивный (ДКР)* — располагается по дну балок. В составе данного типа леса много ольхи чёрной и осины обыкновенной. Насаждение 2-х ярусное. Почвы влажные (D_3), перегнойно-карбонатные, хорошо проточные. Из травянистых растений доминирует крапива, также растёт щитовник мужской и хвощ лесной. В подлеске произрастает клён татарский, черёмуха обыкновенная, смородина красная. Класс бонитета насаждения — I–II.

4. *Дубняк пойменный (ДП)* — на территории лесничества данный тип леса занимает не большие участки в пойме реки Сок. В насаждении кроме дуба черешчатого произрастает осина обыкновенная, липа мелколистная, вяз, ива ломкая, ольха чёрная и белая, в подлеске преобладает черёмуха обыкновенная, калина и боярышник. Это сложное 2-х-3-х ярусное сообщество I класса бонитета. Почвы — влажные (D_3), тёмно-серые с иловыми отложениями. В травянистом покрове доминируют крапива, хвощ лесной, хмель, чистотел [22].

Кроме типов леса нами учитывались и лесорастительные условия, в которых размещались лесные культуры сосны обыкновенной. В условиях лесничества это были следующие ряды:

B_1 — относительно бедные среднегумусированные песчаные, супесчаные и легкосуглинистые почвы небольшой мощности, сухие с достаточно глубокими грунтовыми водами;

C_2 — достаточно богатые гумусированные супесчаные с глинистыми прослойками почвы, а также суглинистые почвы со свежими местообитаниями. Увлажнения этих условий близки к оптимальным;

D_3 — богатые хорошо гумусированные суглинистые и глинистые почвы или супесчаные влажные почвы с прослойками глины. Степень увлажнения благоприятна для многих пород [21].

На лесокультурной площади высаживались 2-х летние сеянцы сосны обыкновенной, выращенные в Федоровском базовом лесном питомнике Самарской области. Их хранение, подготовка к посадке и размещение в почве проводилось по общепринятой в лесничестве технологии. Посадка выполнялась лесопосадочной машины МЛУ-1 по предварительно нарезанным плугом ПКЛ-70 бо-

Сохранность лесных культур сосны обыкновенной, 2019–2021 гг.

Тип леса	Средняя площадь посадки га.	Число высаженных сеянцев шт.	Число прижившихся сеянцев шт.	Приживаемость сеянцев%
срок посадки — осень				
Дубняк злаковый (ДЗ)	1,0	4400	3168	72,0
Дубняк кленово-кустарниковый (ДКК)	0,8	3520	2604	74,0
Дубняк крапивный (ДК)	2,2	9680	7937	82,0
Дубняк пойменный (ДП)	1,2	5280	4435	84,0
Среднее	1,3	5720	4536	79,0
срок посадки — весна				
Дубняк злаковый (ДЗ)	1,1	4840	3305	68,3
Дубняк кленово-кустарниковый (ДКК)	1,4	6160	4607	74,8
Дубняк крапивный (ДК)	1,3	5720	4347	76,0
Дубняк пойменный (ДП)	0,7	3080	2383	77,4
Среднее	1,1	4950	3660	73,9

роздам, расстояние между центрами борозд 3 м. Шаг посадки 0,75 м. Срок проведения осенней посадки — вторая декада октября 2019 и 2020 гг., весенней посадки первая декада мая 2020 и 2021 гг. Учет и приживаемость лесных культур в опытах определялась в соответствии с существующими методическими указаниями [21,23].

Результаты и обсуждения. Анализ полученных данных показал, что приживаемость сеянцев сосны обыкновенной в условиях лесничества находится на уровне 68,3–84,0 %, при этом имеются различия в зависимости от типов леса, в которых проводились насаждения и времени проведения посадки сеянцев. Установлено, что при посадке в осенний период 2020 года среднее число высаженных сеянцев на 1 га равнялось 5720 шт. На всей обследованной нами площади — 6,5 га было высажено 22880 шт. молодых деревцев. Подсчеты показали, что число сохранившихся растений находится в пределах 18144 шт., или 79,0 % от общего количества посаженных сосенок. При этом наибольшее количество выживших растений — 84,0 % отмечалось нами в дубняке пойменном (ДП) и дубняке крапивном (ДК) — 82,0 %. Несколько меньше — 74,0 % было живых деревцев в дубняке кленово-кустарниковом (ДКК) и дубняке злаковом (ДЗ). Материалы по данному вопросу приведены в таблице 1.

Подсчеты сохранившихся лесных культур заложенных весной 2021 года показали, что их сохранность несколько ниже и составляет в среднем 73,9 % или на 5,1 % меньше осеннего показателя. Причем данная тенденция прослеживается во всех изучаемых типах леса. По нашему мнению, это можно объяснить лучшей влагообеспеченностью растений, высаживаемых осенью, поскольку

они имеют возможность использовать осенний запас влаги, а также влагу зимне-весенних осадков. При весенней посадке размещение растений в почву происходит после ее подсыпания при достаточно высокой температуре воздуха, что может обуславливать подсышку корневой системы растений. К тому же быстрое нарастание температуры почвы и ее прогрев до +10...15 °С ускоряет испарение влаги из нарушенной плугом почвы. В результате растения с первых моментов жизни начинают испытывать дефицит доступной влаги, поскольку его корневая система частично окружена сухой почвой. Анализ данных выживаемости посадок сосны обыкновенной в различных типах леса показал, что при всех сроках посадки лучше всего молодые деревца сохраняются в дубняке пойменном (ДП) на уровне 77,4...84,0 %. Возможно, этому способствует лучшее увлажнение почвы характерное для данного типа леса, а также микроклиматические условия пойменного рельефа местности. К тому же не маловажным является и лучшая обеспеченность территории углекислым газом, который образуется при быстром разложении листьев и веток, что очень благоприятно влияет на рост всех видов деревьев.

Достаточно высокая сохранность молодого поколения леса отмечалась нами и в дубняке крапивном (ДК) — на уровне 76,0...84,0 %, что лишь на 1,4...2,0 % меньше показателей дубняка пойменного. Данный тип леса в лесничестве занимает пониженные места с влажными перегнойно-карбонатными почвами. Несколько ниже — 72,0...74,8 % сохранность сосны обыкновенной отмечалась нами в дубняке кленово-кустарниковом (ДКК), занимающем нижние ча-

Приживаемость лесных культур в различных лесорастительных условиях, 2019–2021 гг.

Лесорастительные условия	Средняя площадь посадки, га	Число высаженных сеянцев шт.	Число прижившихся сеянцев шт.	Приживаемость сеянцев, %
срок посадки — осень				
B_1	0,5	2200	1452	66,0
C_2	1,0	4400	3225	73,3
D_3	1,3	5720	4782	83,6
срок посадки — весна				
B_1	0,6	2640	1531	58,0
C_2	1,2	5280	3643	69,0
D_3	0,7	3080	2316	75,2

сти склонов холмов с дерново-подзолистыми глинистыми почвами, а также в дубняке злаковом (ДЗ) — 68,3...72,0 %, расположенном в верхней части склонов с достаточно сухими почвами. Причиной гибели молодых растений в этих условиях очевидно является недостаточное водоснабжение клеток тканей, особенно в период летних засух, а также резкие колебания температуры воздуха в течении суток. К тому же из-за эрозийных процессов почва верхней части склонов как правило обеднена элементами минерального питания и молодые неокрепшие деревца испытывали недостаток биогенных минералов.

Обследованиями осенних посадок сосны обыкновенной в различных лесорастительных условиях установлено, что наиболее высокую приживаемость имеют лесные культуры на участках с относительно плодородными супесчаными почвами и благоприятным режимом увлажнения ряда D_3 — 83,6 %. Снижение уровня плодородия почвы и режима увлажнения до уровня ряда C_2 уменьшало число выживших растений на 10,3 % — до 73,3 % (табл. 2). При дальнейшем продвижении в менее плодородные и сухие условия ряда B_1 приживаемость сосны обыкновенной уменьшилась соответственно на 17,6 % и 7,3 % — до 66,0 % и это в целом при благоприятном сроке посадки.

Снижение сохранности лесных культур в лесорастительных условиях B_1 , по нашему мнению, в первую очередь связано с недостаточностью влагообеспеченности местности и дефицитом почвенной влаги к моменту посадки сеянцев, а также в весенне-летний период. Поскольку данные

лесорастительные условия в условиях лесничества имеют распространения на вершинах склонов и подвергаются воздействию ветров и солнечному перегреву почвы. К тому же они обладают незначительным запасом питательных веществ.

Анализ данных на участках с весенним сроком посева-посадки, показывает, что гибель сеянцев в лесорастительных условиях C_2 , в среднем на 62,0 % больше, чем в условиях D_3 , а в посадках лесорастительных условий B_1 она в среднем достигала 42 %, что почти на 17,6 % выше показателей ряда D_3 . Очевидно сухие почвы имеют меньший запас продуктивной влаги к моменту посадки сеянцев. Весной они быстро пересыхают, а летние осадки не могут восполнить потерю влаги. Исходя из этого, в лесохозяйственной практике лесничества, следует по возможности лесные культуры сосны обыкновенной в лесорастительных условиях ряда B_1 размещать осенью, для более продуктивного использования осенне-зимних запасов влаги.

Выводы. По результатам исследований сделаны следующие выводы:

1. В условиях Сергиевского лесничества лучшая приживаемость сосны обыкновенной — на уровне 72,0–84,5 %, во всех рассматриваемых типах леса, происходит при осенней посадке лесных культур. При весенней посадке сеянцев их приживаемость снижается в среднем на 5,1 %.

2. При всех сроках посадки наиболее лучше лесные культуры сохраняются в условиях дубняка пойменного (ДП) — в среднем 77,4...84,0 %. В дубняке крапивном (ДК) их приживаемость уменьшается на 1,4...2,0 % — до 76,0...82,1 %. Наименьшая приживаемость лесных культур сосны

обыкновенной отмечалась в дубняке кленово-кустарниковом (ДКК) — 72...74,8 % и в дубняке злаковом (ДЗ) — 68,3...74,0 %

3. Наиболее высокую приживаемость лесные культуры сосны обыкновенной, как при осеннем, так и весеннем сроке посадки имеют в лесорастительных условиях D_3 , соответственно 83,6 % и 75,2 %. При продвижении посадок в лесорастительные условия C_2 их приживаемость уменьшается соответственно в среднем на 10,3 % и 6,2 %.

4. Размещение лесных культур на легкосуглинистых сухих почвах небольшой мощности, с достаточно глубокими грунтовыми водами лесорастительных условий ряда B_1 уменьшает приживаемость культур сосны обыкновенной по сравнению с рядом D_3 , при осеннем сроке посадки — на 17,6 %, а при весеннем — на 17,2 %. В условиях лесничества посадку сосны обыкновенной на лесокультурной площади с лесорастительными условиями B_1 следует проводить в осенний период.

Список литературы

1. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная идентификация плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в кластерном анализе по параметрам шишек // Известия Оренбургского аграрного университета. — 2012. — № 3 (35). — С. 8–11.
2. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Комплексная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам хвои // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2012. — № 2 (24). — С. 88–91.
3. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам семян // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (14). — С. 3–11.
4. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2 / 332. — С. 45–52.
5. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по морфометрическим параметрам семян // Лесной вестник/Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2013. — № 3 (95). — С. 11–16.
6. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2015. — 586 с.
7. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — 382 с.
8. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2014. — 368 с.
9. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Изменчивость морфометрических признаков хвои на клоновой плантации плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2017. — Том 21, № 2. — С. 198–206. DOI: 10.18699/VJ17.237
10. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Горелов А. Н. Влияние технологического режима на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной при кассетном выращивании в теплицах // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии: Матер. Междунар. науч.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 87–93.
11. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Горелов А. Н. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной, отобранных в Нижегородской области по // Лесной вестник/Forestry bulletin. — 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: 10.21178/2079–6080.2022.2.18
13. 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
14. 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.
15. Горелов А. Н., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Таксационные показатели испытательных культур сосны обыкновенной в Нижегородской области // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-практ. конф.: г. Брянск, 1–30 ноября 2020 г. Выпуск 58. — Брянск: БГИТУ, 2020. — С. 87–90.
16. Лесохозяйственный регламент Сергиевского лесничества, от 31 июля 2018 года № 405. — Самара, 2018. — 244 с.
17. Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей среды и и... [Электронный ресурс]: — Режим доступа: samregion.ru/authorities/. (дата обращения 18.10.2022 г.).

18. Опыт создания лесных культур сосны обыкновенной. Проект... [Электронный ресурс]: — Режим доступа: агро.bobrodobro.ru/19314 (дата обращения 18.10.2022 г.).

19. Официальный сайт Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей... [Электронный ресурс]: — Режим доступа: priroda.samregion.ru (дата обращения 10.10.2022 г.).

20. Официальный сайт Министерство лесного хозяйства, охраны окружающей... [Электронный ресурс]: — Режим доступа: priroda.samregion.ru/Contacts (дата обращения 11.10.2022 г.).

21. Троц В. Б., Беспаленко О. Н. Сосна обыкновенная (*pinus sylvestris* L.) в насаждениях Ставропольского лесничества Самарской области. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sosna-obuyknoennaya-p-nus-sylv-stris-l-v-nasazhdeniyah-stavropolskogo-lesnichestva-samarskoy-oblasti> (дата обращения 18.10.2022 г.).

22. Троц В. Б., Троц Н. М. Сосна обыкновенная в искусственных насаждения Волжского лесничества // Наука и образование; опыт, проблемы, перспективы развития. Материалы международной науч.- практ. конф. Красноярск, 2021. Ч. 2. Т. 1. — С. 393–395.

23. Учет лесных культур [Электронный ресурс]: — Режим доступа: studopedia.org/9–81721.html (дата обращения 18.10.2022 г.).

Информация об авторах

ТРОЦ Василий Борисович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Землеустройство и лесное дело», Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель Самарской области, Россия. Область научных интересов — лесомелиорация, искусственное лесовосстановление, лесоводство. Автор 350 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0214-3529>. E-mail: dr.troz@mail.ru.

ТРОЦ Наталья Михайловна — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агрохимия, почвоведение и агроэкология», Самарский государственный аграрный университет, г. Кинель Самарской области, Россия. Область научных интересов — агроэкология, мелиорация и рекультивация почв, лесомелиорация. Автор 150 научных публикаций. ORCID <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>. E-mail: troz_shi@mail.ru.

THE INFLUENCE OF THE TIMING OF PLANTING SEEDLINGS OF SCOTS PINE ON THEIR SURVIVAL RATE

V. B. Trots, N. M. Trots

Samara State Agrarian University

Annotation. The article presents data from experiments conducted in the forests of the Isakli district forestry in 2019–2021. Showing that the best survival rate of the common pine — at the level of 72.0–84.5 %, occurs during the autumn planting of forest crops. At all planting dates, the best forest crops are preserved in the conditions of the floodplain oak (DP). The highest survival rate of forest crops of scots pine, both during the autumn and spring planting period, is in forest-growing conditions D_3 . In the conditions of forestry, the planting of Scots pine on a forest-cultivated area with forest-vegetation conditions B_1 should be carried out in the autumn period.

Keywords: common pine, seedling, survival, forestry, planting period.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛИЧНЫХ СУБСТРАТОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

М. С. Шамаева, М. А. Окач, Д. И. Мухортов

Поволжский государственный технологический университет,
Йошкар-Ола, Россия

Аннотация. В статье рассматривается возможность вермикопостирования крупнотоннажных древесных отходов с целью получения тепличных субстратов. Проанализированы результаты компостирования семи вариантов смеси с разной долей опилок и помета мелкого рогатого скота с использованием *Eisenia fetida* (Sav.). Выявлена оптимальная для жизнедеятельности червей доля опилок в смеси. Проведена оценка степени переработки органических отходов и пригодности полученных вермикомпостов для выращивания сеянцев древесных растений. Также рассмотрены агрохимические показатели смесей и вермикомпостов, которое дает оценку эффективного способа повышения плодородия.

Ключевые слова: органические отходы, вермикопостирование, *Eisenia fetida* (Sav.), токсичность, содержание органического вещества, тепличный субстрат.

Введение. В нашей стране деревоперерабатывающее производство является одним из главных и перспективных направлений на сегодняшний день. Благодаря данному производству открываются возможности для производства различной продукции из дерева, такие как мебель, биотопливо, бумага, спички, брикеты и многое другое [3]. Но на таких производствах скапливается огромное количество древесных остатков, которое необходимо утилизировать, чтобы они не навредили окружающей среде. Так как, при сбрасывании данного сырья в окружающую среду, отходы негативно влияют на нее, и есть возможность заражения животной и растительной микрофлоры [3,4]. Актуальным методом утилизации древесных отходов является вермикопостирование. Это связано с тем, что при переработке органических отходов с использованием червей происходит улучшение водно-физических свойств и снижение токсичности отходов, закрепление элементов минерального питания растений в получаемом продукте [2,5].

Цель работы — разработать технологию вермикопостирования древесных отходов для производства тепличных субстратов.

Задачи исследования:

1. Изучить токсичность смесей на основе древесных отходов для оценки возможности их переработки в вермикомпост.
2. Подобрать оптимальный состав смеси на основе древесных отходов по росту и развитию дождевых червей.
3. Оценить качество смесей на основе древесных отходов и вермикомпостов, по их агрохимическим показателям.

4. Разработать программу проведения исследований по изучению возможности применения вермикомпостов из древесных отходов при выращивании сеянцев древесных растений в условиях контролируемой среды.

Объекты, условия и методы. Объектом исследования выступала популяция навозного червя (*Eisenia foetida* (Sav.)) и вермикомпост. В качестве субстрата для вермикопостирования были взяты смеси помета мелкого рогатого скота (МРС) с опилками лиственных пород деревьев в различных соотношениях. При проведении исследований были составлены смеси органических отходов с различным соотношением компонентов: 100 % помет МРС; 10 % опилок + 90 % помет МРС; 20 % опилок + 80 % помет МРС; 30 % опилок + 70 % помет МРС; 60 % опилок + 40 % помет МРС; 70 % опилок + 30 % помет МРС; 80 % опилок + 20 % помет МРС. Для оценки возможности переработки смесей отходов вермикопостированием проводили их анализ на токсичность путем проращивания семян редиса посевного (*Raphanus raphanistrum* subsp. *sativus* (L.) Domin) в данных смесях. Уровень токсичности определяли по количеству проросших семян редиса [1].

Тщательно перемешанные смеси отходов увлажняли и укладывали в пластиковые емкости объемом 1 дм³. Каждый вариант смеси был заложен в трех повторностях. В пластиковых емкостях смеси выдерживали в течение 14 дней, а затем в каждую емкость помещали три половозрелые особи навозного червя. Вермикопостирование смесей осуществляли в течение 90 дней. После этого червей извлекали из емкостей, определяли их коли-

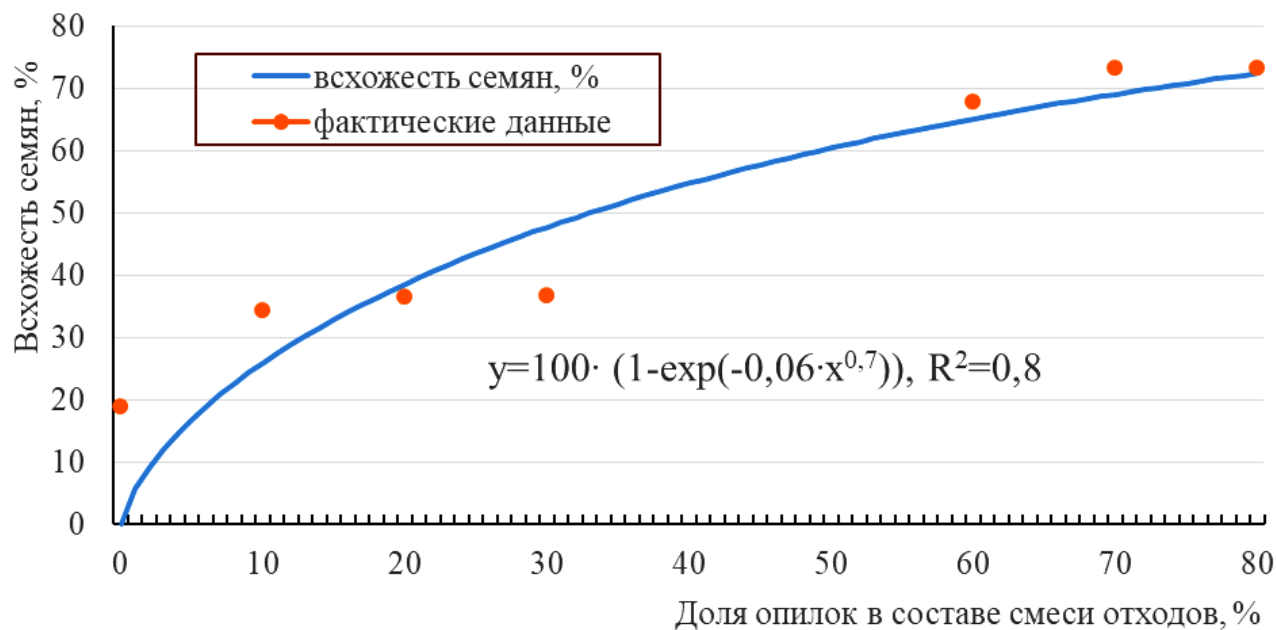


Рисунок 1 — Зависимость всхожести семян редиса посевного от доли содержания опилок в смеси с МРС

чество измеряли их длину. Кроме того, в момент извлечения червей проводили учет количества коконов в каждой емкости. Для оценки изменения агрохимического состава смесей органических отходов в процессе вермипереработки по ГОСТ 27980–88 проводили изучение содержания органического вещества в смесях до запуска червей и после их извлечения [6].

Результаты и обсуждение. При оценке изменения токсичности смесей из опилок и помета мелкого рогатого скота установлено, что с увеличением доли опилок в составе смесей всхожесть семян редиса посевного повышается (рис. 1). Зависимость средней всхожести семян от доли содержания опилок в смеси с МРС, описываемой уравнением регрессии $y = k \cdot (1 - \exp(-c \cdot x^b))$, показывает, что токсичность снижается до минимальных значений при введении в состав смеси 70 и более процентов опилок по объему. Поэтому при использовании смесей для вермипереработки наиболее правильно использовать смесь отходов, содержащую максимальное количество опилок.

При вермикомпостировании смесей на основе древесных отходов различного состава установлено, что средняя длина червей увеличилась только в первом варианте смеси (помет МРС без содержания опилок), при этом их количество за период эксперимента не изменилось (табл. 1). Кроме того, в вермикомпостах не было обнаружено коконов червей, что говорит об отсутствии их размножения.

С увеличением доли опилок в составе смесей отходов количество червей возрастает, а их средняя длина снижается. Это связано с тем, что при появлении молоди, характеризующейся небольшими размерами, средняя длина червей также уменьшается.

Подбор оптимального состава смеси для вермикомпостирования позволяет обеспечить интенсивность процесса биodeградации субстрата, за счет улучшения условий обитания и питания червей и снижения токсичности. На основе полученных данных была получена зависимость влияния доли опилок в субстрате на количество червей, которая представлена уравнением регрессии: $y = a \cdot x^{(b-1)} \cdot \exp(-c \cdot x^b)$ (рис. 2). Выявлено, что оптимальной для жизнедеятельности червей является смесь, состоящая на 45...50 % из опилок.

Изучение влияния состава смесей органических отходов на содержание в них органического вещества показало, что при увеличении содержания опилок в составе смесей повышается содержание органического вещества (рис. 3). Известно, что, опилки являются трудно разлагаемым органическим материалом. Поэтому в процессе вермипереработки в смесях отходов, включающих невысокую долю опилок, после вермикомпостирования содержание органического вещества существенно снижается.

Это может негативно сказаться на использовании вермикомпостов в качестве тепличных субстратов, так как одним из критериев пригодности

Показатели популяции *Eisenia foetida* в смесях с разным содержанием опилок после вермикомпостирования

Доля опилок в смеси, %	Плотность популяции, особей/дм ³		Количество коконов, шт./дм ³	Длина червей, см	
	значение	разница с начальным значением		значение	разница с начальным значением
0	3,0	0	0	8,4	+3,1
10	5,0	+2,0	0	7,0	+0,1
20	4,5	+2,5	1,0	6,6	-2,0
30	11,5	+8,5	3,5	7,5	-1,5
60	15,5	+12,5	5,0	6,3	-1,0
70	8,5	+5,5	2,5	6,1	-0,6
80	12,0	+9,0	3,0	4,7	-2,0
НСП ₀₅	2,069	-	0,731	1,016	—
Грасч.	37,54	-	49,83	8,8	—
Гтабл.	3,87	-	3,87	3,87	—

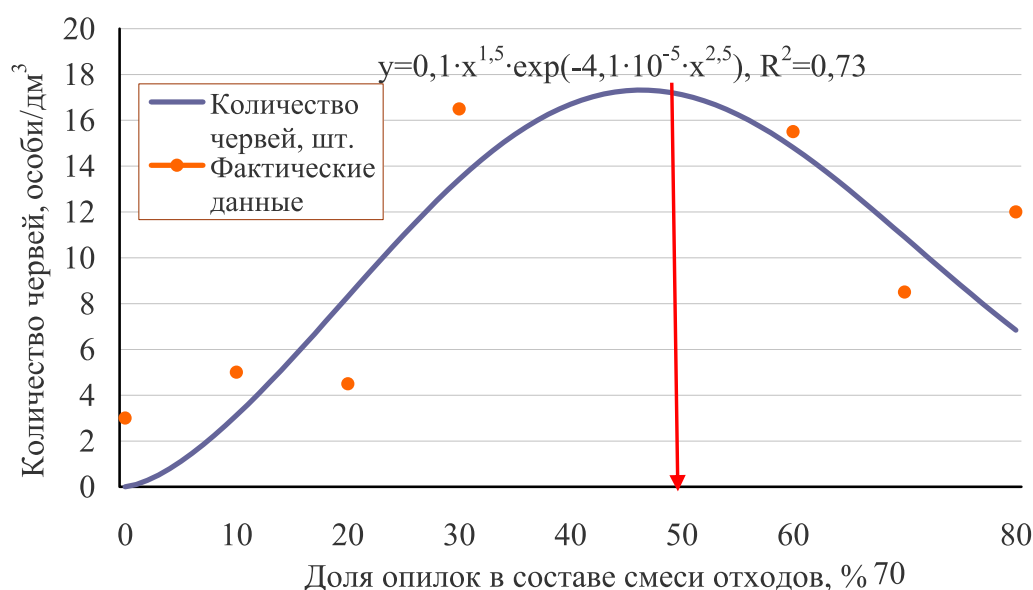


Рисунок 2 — Влияние доли опилок в смеси отходов на количество червей

материалов для производства тепличных субстратов является стабильность данного материала. Поэтому более правильным является использование для вермикомпостирования смесей отходов, содержащих в своем составе не менее 45–50 % опилок по объему.

Исследования по применению вермикомпостов на основе древесных отходов в качестве тепличных субстратов необходимо продолжать путем проведения серии экспериментов по выращиванию на таких субстратах семян древесных растений. При этом планируется:

1. Проведение исследований по подготовке вермикомпостов для использования в качестве тепличных субстратов при выращивании семян древесных растений путем их модификации различными минеральными добавками различных (например, минеральными удобрениями, известковыми материалами, агроперлитом и т.п.).

2. Проведение исследований по возможности введения вермикомпостов из древесных отходов в тепличные субстраты на основе различных типов торфов.

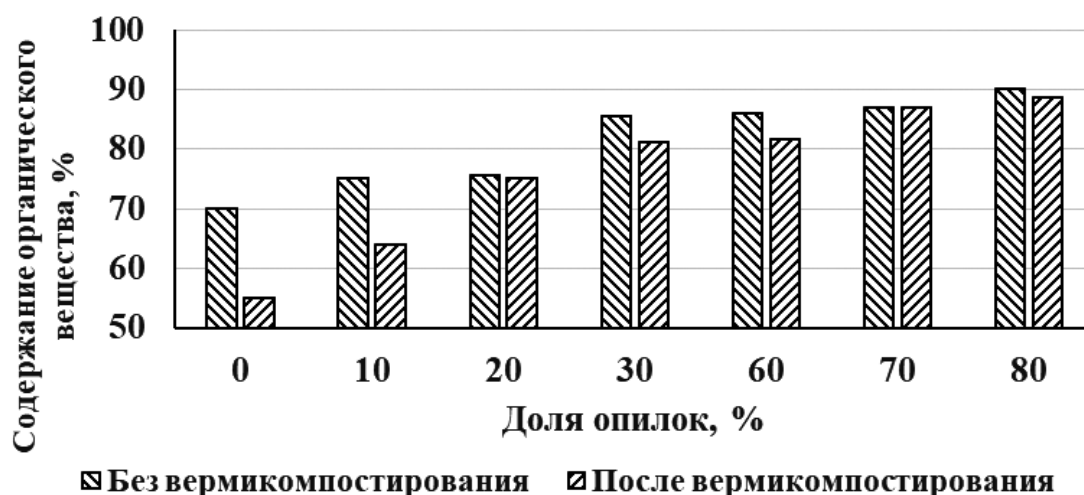


Рисунок 3 — Содержание органического вещества в вермикомпостах и смесях из опилок и помета МРС

3. Проведение исследований по применению вермикомпостов различного состава в качестве тепличных субстратов при выращивании сеянцев древесных растений.

Выводы

1. При составлении смесей из органических отходов для последующего вермикомпостирования необходимо учитывать, что при повышении доли опилок в их составе позволяет снизить уровень их токсичности.

2. Оптимальным составом смеси отходов из помета мелкого рогатого скота и опилок для жизнеде-

ятельности дождевых червей можно считать смеси, включающие 45–50 % опилок по объему.

3. При увеличении доли опилок в составе смеси отходов из помета мелкого рогатого скота и опилок повышается содержание органического вещества в исходных смесях и вермикомпостах, а в процессе вермипереработки потеря органического вещества существенно падает.

4. Необходимо продолжение исследований по применению вермикомпостов из древесных отходов в качестве тепличных субстратов при выращивании сеянцев древесных растений.

Список использованной литературы:

1. Балашов Е. В. Комплексная система мониторинга агрофизического состояния почв на основе результатов почвенного картирования и исследования эмиссии парниковых газов // Агрофизика. — 2013. — № 4(12). — С. 1–11.
2. Борисевич Я. Н., Павлов А. В. Гигиеническая оценка почвы: учеб.-метод. пособие. — Минск: БГМУ, 2009. — 28 с.
3. Кислицына С. Н. Способы переработки отходов деревообрабатывающей промышленности: учеб. пособ. по направл. Подгот. 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств. — Пенза: ПГУ-АС, 2016. — 140 с.
4. Нечипоренко А. П., Кондратьева Н. Е., Орехова С. М., Успенская М. В. Практикум по химическим методам анализа: Учебное пособие. — СПб: НИУ ИТМО, 2014. — 79 с.
5. Основы экологического мониторинга: практ. пособие для бакалавров экологии / И. С. Белюченко, А. В. Смагин, Г. В. Волошина, В. Н. Гукалов, О. А. Мельник, Ю. Ю. Никифорова, Е. В. Терещенко, Л. Н. Ткаченко, Н. Б. Садовникова, Д. А. Славгородская. — Краснодар: КубГАУ, 2012. — 252 с.
6. Тюлькова Е. Г. Зольность и морфометрические параметры листьев древесных растений как индикаторы загрязнения окружающей среды (на примере г. Гомеля) // Известия Гомельского государственного университета им. Ф. Скорины. — 2016. — № 3(96). — С. 64–69.

Информация об авторах

ШАМАЕВА Мария Сергеевна — студент, Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия. Область научных интересов — технологии утилизации древесных отходов и производство тепличных субстратов для выращивания сеянцев древесных растений. E-mail: masha.shamaeva.1999@mail.ru

ОКАЧ Мария Александровна — преподаватель кафедры садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии, Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия. Область научных интересов — технологии утилизации древесных отходов и производство теплич-

ных субстратов для выращивания сеянцев древесных растений. Йошкар-Ола, Россия. E-mail: okachma@volgatekh.net

МУХОРТОВ Дмитрий Иванович — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии, Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола, Россия. Область научных интересов — лесные культуры, селекция, семеноводство, технологии утилизации древесных отходов и производство тепличных субстратов для выращивания сеянцев древесных растений, автор 101 научной публикации. Йошкар-Ола, Россия. E-mail: muhortovdi@volgatech.net

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR VERMICOMPOSTING WOOD WASTE FOR THE PRODUCTION OF GREENHOUSE SUBSTRATES FOR GROWING SEEDLINGS WOODY PLANTS

M. S. Shamaeva, M. A. Okach, D. I. Mukhortov

Volga State Technological University, Yoshkar-Ola, Russia

Annotation. The article considers the possibility of vermicomposting large-tonnage wood waste in order to obtain greenhouse substrates. The results of composting of seven variants of a mixture with different proportions of sawdust and small cattle droppings using *Eisenia fetida* (Sav.) are analyzed. The optimal proportion of sawdust in the mixture for the vital activity of worms was revealed. The assessment of the degree of processing of organic waste and the suitability of the obtained vermicomposts for growing seedlings of woody plants was carried out. Agrochemical indicators of mixtures and vermicompost are also considered, which gives an assessment of an effective way to increase fertility.

Keywords: organic waste, vermicomposting, *Eisenia fetida* (Sav.), toxicity, organic matter content, greenhouse substrate.

Секция 3. Экология лесных сообществ, охрана и защита леса

УДК 630. 614.841.2

ОЦЕНКА РИСКА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Б. Апишикур, Е. А. Асангалиев

Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева,
Усть-Каменогорск Республика Казахстан

Аннотация. В статье рассмотрены методы мониторинга опасных очагов лесных пожаров на степных и горных территориях с использованием доступных материалов космических съемок дистанционного зондирования Земли, способы выполнения с применением бесплатных программных платформ и использованием материалов космических съемок, возможности регистрации пожаров в оперативном и полуоперативных режимах, на охраняемых и не охраняемых территориях, а также для мониторинга пожарной безопасности на больших территориях и выявления необходимых природных и антропогенных факторов. Кроме того, предоставлен алгоритм программной обработки космических снимков, позволяющий обеспечить оперативность получения данных о пожарной опасности в любом регионе Республики Казахстан. Вместе с этим был приведен картограммный анализ исследуемой области, полученный в результате обработки данных.

Ключевые слова: лесной пожар, дистанционное зондирование Земли, данные космической съемки, программные комплексы, LandSat, QGIS.

Введение. Несмотря на обширность территории Республики Казахстан, на казахской земле не так много лесных массивов. Основной причиной этого является то, что основная её часть расположена в засушливых, полупустынных и пустынных регионах. Земли, покрытые лесом, в Республике Казахстан занимают 23,6 млн га, это не более чем 4,6% общей площади, собственно, лесной массив составляет 1,2%, или около 11,5 млн. га. Лесные деревья произрастают в лесостепной полосе Северного Казахстана и в низинах его степного пояса, по склонам гор Алтай-Сауыр, Северный Тянь-Шань и Западный Тянь-Шань, где получают дополнительную влагу от обильного выпадения осадков. На юге и юго-востоке в высокогорных поясах березовый лес, произрастающий колками на севере Казахстана, сменяется сосновыми лесами, которые находятся в южных частях степных массивов. В Восточной части страны, на высоте от 500 до 2500 м над уровнем моря горы Алтай-Сауыр, произрастают такие ценные породы деревьев, как сосна обыкновенная, пихта сибирская, ель сибирская, сосна сибирская или кедр, относящиеся к хвойному царству растений. В Восточ-

ном Казахстане государственный Национальный природный парк «Катон-Карагай» занимает площадь около 215 тыс. га с запасом древесины около 24 тыс. м³ [1].

Воздействие мирового глобального потепления в последние годы, уменьшение количества осадков, увеличение количества туристов на территориях лесного массива в летний период требуют ужесточения мер пожарной безопасности лесного фонда в указанных регионах. Это, в свою очередь, невозможно без внедрения нового метода мониторинга и контроля, особенно в зонах дислокации лесных горных районов за пределами зоны разведки службы охраны от пожарной опасности. Использование для этих целей современных материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) способно полностью преодолеть проблему, решение которой было затруднено ранее. Целесообразность применения дистанционного зондирования Земли обуславливается еще и рельефной сложностью в осуществлении контроля данной территории. Кроме того, рассматриваемые технологии являются эффективным средством наблюдения за вырубкой лесов и пожарной

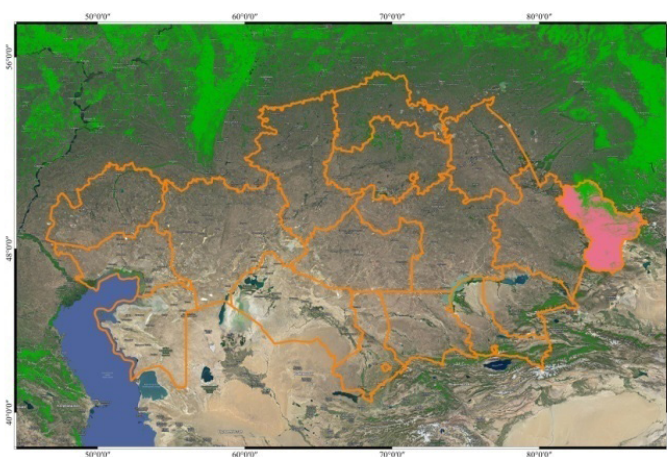
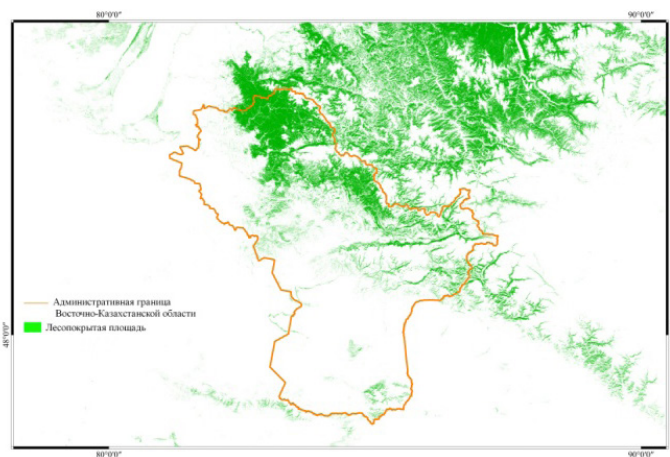


Рисунок 1 — Катон-Карагайский государственный национальный природный парк, Восточно-Казахстанская область

обстановкой в глобальном, национальном и региональном масштабах. Однако, мониторинг деградации и восстановления лесов на основе дистанционного зондирования по-прежнему остается проблематичным [2]. Во многом это связано с облачным покровом на спутниковых снимках, а также с особенностями их пространственного и временного разрешения при сезонном мониторинге лесных массивов с помощью ДЗЗ [3]. Влияние вышеуказанных недостатков в контроле лесных пожаров не столь велико, поскольку они носят сезонный характер (происходят в жаркие периоды года). Тогда, для проведения мониторинга могут потребоваться только сезонные съемки в течение нескольких лет с последующим статистическим анализом полученных материалов. Данные ДЗЗ являются важным источником информации при мониторинге пожароопасных ситуаций, фиксации случаев возникновения и оценке масштаба лесных пожаров, выявлении незаконной вырубке лесов, оценке стихийных бедствий, динамике и состоянии сельскохозяйственных угодий и др. [4]. В настоящее время общедоступных материалов ДЗЗ достаточно для проведения мониторинга в полном объеме в части природных чрезвычайных ситуаций (ЧС), таких как лесные пожары, наводнения, поверхностные лавины и засухи. Именно мониторинг ЧС позволяет снизить огромные затраты на материальные и человеческие ресурсы, приходящиеся на традиционный контроль лесов.

Цель исследований — рассмотреть современные методы мониторинга для обеспечения выявления очагов пожаров путем проведения мониторинга с использованием данных ДЗЗ и изучения факторов, влияющих на возникновение очага лесного пожара.

Объекты, условия и методы. Исследуемая зона расположена на территории Катон-Карагайского

государственного национального природного парка Восточно-Казахстанской области (рис. 1). Парк организован в 2001 году, его площадь составляет 643 тыс. га, из них 215 тыс. га леса, запасы древесины — 24 тыс. м³, заповедная зона — 151 тыс. га. Площадь хозяйственного использования территории парка составляет 492 тыс. га. На севере он граничит с Кызылкарагаем и Катынским хребтом, на востоке — с Укекдалой (Россия, Республика Алтай) и Китаем, на юге — с Маркакольским заповедником вдоль реки Темиркаба [1].

Главной задачей лесоустройства является получение достоверных и исчерпывающих сведений о лесном фонде, разработка системы мероприятий, направленных на обеспечение рационального ведения лесного хозяйства и использования лесного фонда, эффективное воспроизводство, охрана лесов и профилактическая организация мер безопасности при возникновении природных опасностей. Методы ДЗЗ основаны на аналоговой или цифровой регистрации отраженного или собственного электромагнитного излучения поверхностных участков в широком спектральном диапазоне. В последние десятилетия быстро развивающееся космическое зондирование открыло новые возможности во многих отраслях производства и жизнедеятельности, включая лесное хозяйство [5].

Использование материалов ДЗЗ в лесохозяйственном направлении предусматривает решение следующих задач:

- определение незаконных (без разрешительных документов) мест, площадей и объемов лесозаготовок;
- выявление нарушений действующих правил заготовки древесины;
- анализ состояния лесных участков, предоставленных в аренду для строительства, рекон-

- струкции и эксплуатации объектов, не связанных с созданием лесной инфраструктуры (изучение геологических недр, разработка месторождений полезных ископаемых, строительство, реконструкция, эксплуатация линий электропередачи, линий связи, дорог, трубопроводов и других линейных объектов);
- предотвращение лесных пожаров и предварительное выявление очагов возгорания.

Так как исследуемая территория является охраняемой, вероятность присутствия антропогенных факторов (туристы) невелика, а риск возникновения пожара обычно связан с природными факторами, например, гроза.

В процессе обработки материалов дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) по вышеуказанной методике проводится:

- идентификация очагов лесных пожаров;
- определение местоположения очагов пожара (координатная ссылка);
- выявление близлежащих объектов инфраструктуры, которые могут пострадать в результате развития пожара.

Ведение мониторинга является оперативным методом с малым объемом затрат, поскольку осуществляется путем обработки цифровых изображений. Для исследования брали данные Геологической службы США (USGS) [1] Landsat 8–9 OLI [5,6], одного из основных источников космических материалов, доступных для ДЗЗ интересующей нас территории. Алгоритм определения очагов лесных пожаров заключался в выполнении следующих этапов:

- получение и калибровка исходного многомерного космического изображения;
- выбор фрагмента исходного изображения с минимальным облачным содержанием;
- определение всей температурной аномалии в выбранной части исходного изображения;
- устранение ложного шума, вызванного отражением электромагнитной энергии от краев облаков, поверхности воды (при определенных условиях наблюдения), перегретых пород и песка;
- определение географических координат очагов пожара по космическим данным;
- импорт выделенных очагов пожаров в ГИС (QGIS), с целью определения объектов инфраструктуры, расположенных вблизи соответствующего очага пожара.

Объектом исследования являлся лесной фонд на территории Катон-Карагайского парка ВКО,

характеристики состояния которого использованы для анализа пожарной опасности. Хотя исследование предназначено только для определенной области, теоретически, его результат может быть применен к любой области исследования с соответствующими данными.

Для целей указанного анализа пожарная опасность подразделялась на четыре группы, где 1 — наименьшая возможная опасность, а 4 — максимально возможная опасность, с использованием методов реклассификации:

- 1 = низкая пожароопасность
- 2 = средняя пожароопасность
- 3 = средне-высокая пожароопасность
- 4 = высокая пожароопасность

Программный комплекс, используемый в исследовании, представляет собой географическую информационную систему QGIS, ранее известную как Quantum GIS [7]. Наборы данных для проведения анализа были определены по итогам изучения научных журналов и научных статей, содержание и темы которых освещают пожароопасность, оценку или использование ГИС с лесными пожарами [8]. Основываясь на этом исследовании, было выделено 5 основных наборов данных, которые необходимы для проведения анализа:

1. подразделения переписи и атрибутивные данные (районы с высокой численностью населения);
2. космические снимки Landsat 8–9 (индекс нормированной разницы растений-NDVI);
3. цифровая модель рельефа (аспект и наклон-ЦМР);
4. произошедшие лесные пожары (пространственная структура/кластеризация);
5. факторы, смягчающие последствия (водоемы).

Результаты и обсуждение. После получения космических снимков местностей, предназначенных для исследования, была построена карта на основе соответствующих спутниковых каналов Landsat 8–9 с использованием библиотек QGIS, GRASS, SAGAGIS и коэффициентов риска статистического пожара [5,6] на основе алгоритмов с вышеупомянутыми факторами (рис. 2 а и рис. 2 б).

Большая часть материалов ДЗЗ была создана с помощью свободной геоинформационной системы QGIS, а растровая модель пространственных данных — с помощью GRASS. Возможные зоны возникновения пожара были определены приложением QGIS Fire Risk analysis, а библиотека GDAL/OGR использовалась для преобразования системы координат.

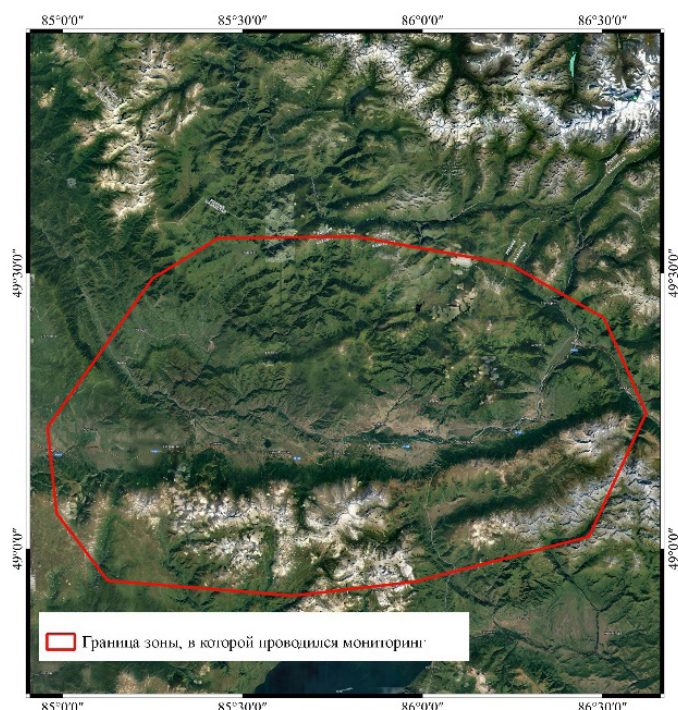
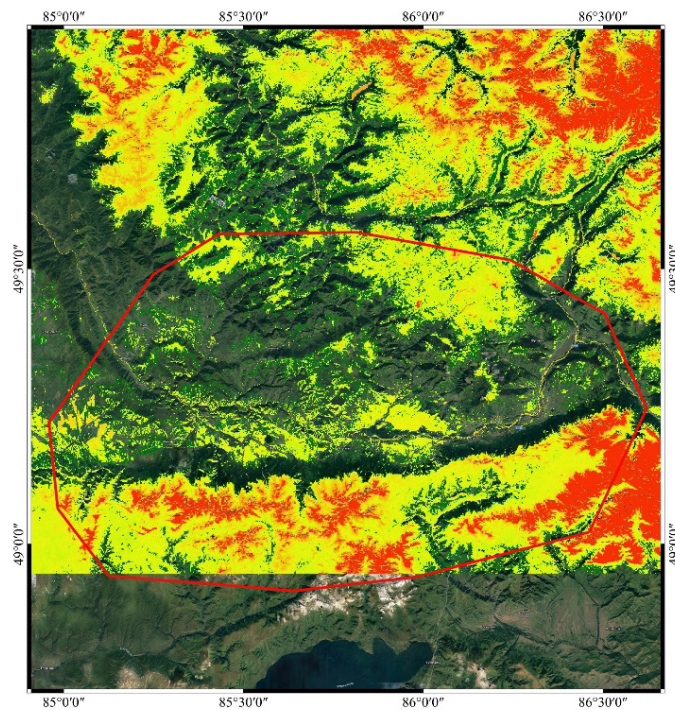


Рисунок 2 а — Граница территории мониторинга лесного массива



граница зоны, в которой проводился мониторинг

Уровень опасности лесных пожаров

- Высшее
- высшее средние
- среднее
- безопасный
- влажные

Рисунок 2 б — Карта мониторинга возникновения лесных пожаров, выполненная с помощью общедоступного программного обеспечения

Результаты анализа цветового спектрального отражения (см. рис. 2 б) показали, что лесные массивы, расположенные вблизи населенного пункта, травянистые участки, которые были загрязнены в местах отдыха, и участки дороги, проходящей по лесной подстилке на склоне горы со скалами, несколько выше — на рисунке 2 б красный цвет.

Вместе с тем, при использовании материалов ДЗЗ для мониторинга лесных пожаров определена необходимость расчета отдельных факторов, связанных с выявлением уровней возможностей появления лесных пожаров (рис. 3). Можно отметить, что предлагаемый альтернативный метод обнаружения лесных пожаров с большим количеством преимуществ дает возможность заменить традиционные подходы к их выявлению, которые обычно применяются для больших территорий.

Проверка результатов показывает, что несмотря на относительную простоту концептуальной модели, ее прогнозная надежность очень высока, и внедрение модели в программные комплексы с открытым доступом не оказывает негативного влияния на результаты.

Выводы

1. Установлено, что выявленные места пожарной опасности в исследуемой зоне в значительной степени соответствуют очагам возникновения ранее прошедших лесных пожаров. Это во многих аспектах позволяет более эффективно, чем в тра-

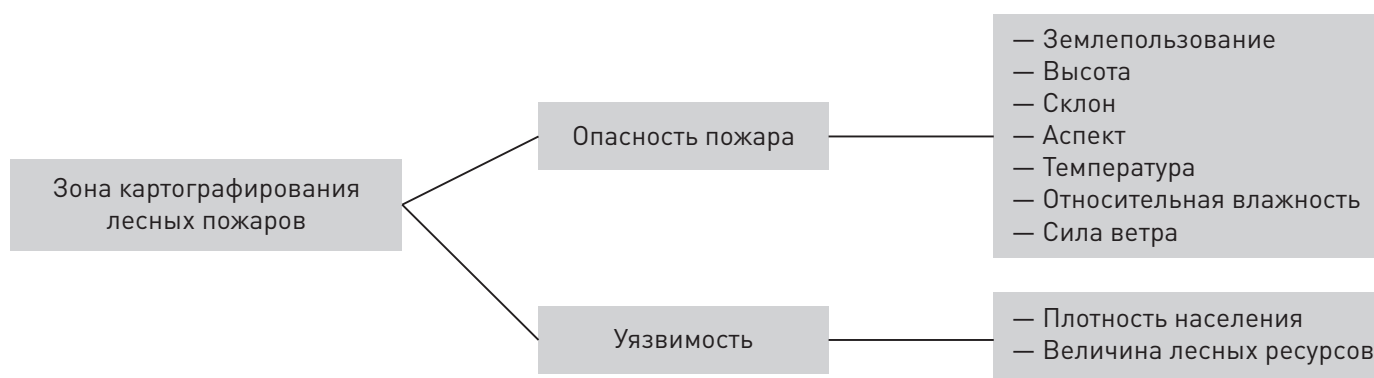


Рисунок 3 — Индекс риска лесных пожаров

диционном методе прогнозирования, выполнять все операции по их предупреждению на территории Катон-Карагайского государственного национального природного парка. Касательно простоты использования можно отметить, что применение программных комплексов несложное, и исходные данные доступны в любое время, требуются только технические знания о реализованных моделях и алгоритмах. При этом, имеющаяся точность разрешения спутниковой съемки, влияющая на изучение и настройку этих моделей, обеспечивает необходимую степень достоверности данных.

2. Тот факт, что используемое программное обеспечение для обработки спутниковых снимков поддерживает большинство форматов открытых данных, обеспечивает полную совместимость программ, позволяя пользователю выбирать наиболее подходящий для каждого момента вариант. Кроме того,

в программном комплексе QGIS помимо приложения, представленного в статье, надежность данных может быть повышена, поскольку приложения обновляются динамическими изменениями, быстрым исправлением ошибок и почти ежедневным внедрением новых плагинов, которые добавляют определенные функции в различные области деятельности.

3. Использование материалов космических съемок позволяет регистрировать пожары в оперативном режиме на охраняемых и неохраняемых территориях, имеет относительно низкую цену по сравнению с авиационной съемкой больших территорий и обеспечивает оперативность получения данных о пожарной ситуации в любом регионе Республики Казахстан. Методика противопожарного мониторинга может быть использована для выявления очагов лесных пожаров на региональном и глобальном уровнях.

Список литературы

1. Национальный доклад Республики Казахстан о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов в 2016 году [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://newecodoklad.ecogofond.kz/2016/bioraznoobrazie/>
2. Hansen M. C.; Potapov P. V., Moore R., Hancher M., Turubanova S. A., Tyukavina A., Thau D., Stehman S. V., Goetz S. J., Loveland, T.R. et al. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. // Science. — 2013. — Vol. 342. — Pp. 850–853. [Google Scholar] [CrossRef]
3. DeFries R., Achard F., Brown S., Herold M., Murdiyarso D., Schlamadinger B.; Souza C. M., Jr. Earth observations for estimating greenhouse gas emissions from deforestation in developing countries // Environmental Science & Policy. — 2007. — Vol. 10. — Pp. 385–394. DOI: 10.1016/j.envsci.2007.01.010
4. Global Land Cover Validation: Recommendations for Evaluation and Accuracy Assessment of Global Land Cover Maps; Report No. 25; GFC-GOLD: Luxembourg, Luxembourg, 2006; pp. 1–51. [Google Scholar]
5. Pratihast A. K., DeVries B., Avitabile V., De Bruin S. Kooistra L., Tekle M., Herold M. Combining Satellite Data and Community-Based Observations for Forest Monitoring // Forests. — 2014. — Vol. 5, Is. 10, Pp. 2464–2489. DOI: <https://doi.org/10.3390/f5102464>
6. Chengcheng Gai, Wenguo Weng, Hongyong Yuan. GIS-Based Forest Fire Risk Assessment and Mapping // Computational Sciences and Optimization (CSO). Proceeding of Fourth International Joint Conference: Washington, United States, April 15–19, 2011. — Washington: IEEE Computer Society, 2011. — Pp. 1240–1244. DOI:10.1109/CSO.2011.140
7. Baranovskiy N. V., Yankovich E. P. Geoinformation Monitoring of Forest Fire Danger on the Basis of Remote Sensing Data of Surface by the Artificial Earth Satellite // Journal of Automation and Information Sciences, 2015. — Vol. 47, Is. 8. — Pp. 11–23. DOI:10.1615/JAutomatInfScien.v47.i8.20
8. Jang Y., Kang Y., Im J., Lee D.-W., Yoon J., Kim S.-K. Detection and Monitoring of Forest Fires Using Himawari-8 Geostationary Satellite Data in South Korea // Remote Sens. — 2019. — Vol. 11, Is. 3., Article number — 271, Number of pages — 25. — Pp. 1–25. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs11030271/>

Информация об авторах

АПШИКУР Байтак — кандидат технических наук, доцент, профессор школы Наук о земле, Восточно-Казахстанский Технический Университет им. Д. Серикбаева, Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск. Область научных интересов — теоретические основы метода конечных элементов и разработка алгоритма расчета напряженно-деформированного состояния земляного полотна, оценка техногенных рисков на основе материалов дистанционного зондирования земли. E-mail: bake.ab@mail.ru

АСАНГАЛИЕВ Елибек Атрауович — кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, ВКО, Казахстан. Область научных интересов — биология растений, инновационные технологии получения фиторегуляторов природного происхождения; инкрустация семян растений, лесная пирология, сохранение биоразнообразия лесов Рудного Алтая. Автор более 130 научных работ, из них 85 инновационных патентов РК. ORCID 0000-0003-4002-8350. E-mail: elibek60@mail.ru

East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev, Ust-Kamenogorsk city, Republic of Kazakhstan

Abstract. The article discusses methods of monitoring dangerous forest fires in steppe and mountain territories using materials from available satellite surveys of remote sensing of the Earth, methods of implementation using free software platforms and using materials from satellite surveys, the possibility of registering fires in operational and semi-operational modes, in protected and non-protected areas, as well as for monitoring fire safety on large territories and identification of necessary natural and anthropogenic factors. In addition, the algorithm of software processing of satellite images is presented, which allows to ensure the efficiency of obtaining data on fire danger in any region of the Republic of Kazakhstan. At the same time, a cartographic analysis of the studied area obtained as a result of data processing was given.

Keywords: forest fire, remote sensing of the Earth, space survey data, software systems, LandSat, QGIS.

УДК 630.114.351

ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ НА ПОДСТИЛКУ СОСНЯКОВ В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ ПОРАЖЕНИЯ

О. М. Астафьева

Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация. Представлен анализ мощности и массы лесной подстилки сосняков искусственного происхождения, подверженных воздействию промышленных поллютантов. Исходили из того, что лесная подстилка является одним из важнейших компонентов лесных насаждений. Преобразование опада в подстилку происходит за счет жизнедеятельности комплекса микроорганизмов. Цель исследований — выявить основные процессы преобразования опада в подстилку, которые происходят за счет жизнедеятельности комплекса микроорганизмов. Объектами для исследования влияния промышленных поллютантов на лесные насаждения в районе Первоуральско-Ревдинского промышленного узла были выбраны 4 участка сосновых насаждений искусственного происхождения, на которых были заложены по 15 учетных площадок размером 25?25см для учета лесной подстилки. Пробная площадь 5 расположена в зоне сильного поражения, 16 — в зоне среднего поражения, 32, — в зоне слабого поражения, 47 — в фоновых условиях.

Ключевые слова: аэропромвыбросы, лесная подстилка, сосняки, промышленные поллютанты

Введение. Лесная подстилка является одним из важнейших компонентов лесных насаждений. Преобразование опада в подстилку происходит за счет жизнедеятельности комплекса микроорганизмов. Количество и состав лесной подстилки постоянно меняется в процессе поступления свежего опада и разложения его под влиянием макро- и микроклиматических условий, микробиологических и физико-химических процессов. При этом лесная подстилка интенсивно накапливает различные элементы аэропромвыбросов, следовательно, по ее изменению вполне можно судить о состоянии всего насаждения. Обычно лесная подстилка в хвойных насаждениях состоит из трех слоев, которые обозначаются общепринятыми символами A_{01} , A_{02} , A_{03} . Верхний слой A_{01} составляют хвоя, ветви, кора, шишки, почечные чешуи, семена растений и другие фракции, которые еще не подверглись разложению. В среднем слое A_{02} теряется первоначальная морфология фрак-

ций опада, однако они несколько сцементированы между собой. Нижний слой A_{03} состоит из трудноразличимых остатков (трухи) и представляет собой более разложившуюся органическую массу, перемешанную с минеральными частицами почвы. В связи с тем, что слои A_{02} и A_{03} трудно разделить, часто их определяют суммарно $A_{02} + A_{03}$ [1].

Цель исследований — выявить основные процессы преобразования опада в подстилку, которые происходят за счет жизнедеятельности комплекса микроорганизмов.

Объекты, условия и методы. Для исследования влияния промышленных поллютантов на лесные насаждения в районе Первоуральско-Ревдинского промышленного узла были подобраны 4 участка сосновых насаждений искусственного происхождения, на которых были заложены по 15 учетных площадок размером 25?25см для учета лесной подстилки. Зонирование района исследований по отношению к источникам выбросов было вы-

**Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на пробных площадях
в разных зонах поражения на 1 га**

№ ПП	Год лесо-устройства	Состав	Возраст, лет	Элемент леса	Высота, м	Диаметр, см	Тип леса	Класс бонитета	Полнота	Запас, м³
Зона сильного поражения										
5	1996	7СЗБ+Ос+Б+Е	30	С/Б	12	10	ЕСЯГ	1	0,8	170
Зона среднего поражения										
16	1996	10С	30	С	11	12	СРТП	2	1,0	190
Зона слабого поражения										
32	2017	10С+Б	52	С	20	18	СЯГ	1	1,0	380
Контроль										
47	2004	9С1Л	41	С/Л	18	14	СРТП	1	1,0	340

Таблица 2

**Мощность лесной подстилки сосняков в зоне поражения аэропромвыбросами
Первоуральско-Ревдинского промышленного узла**

№ пробной площади	Мощность лесной подстилки, см		
	A_{01}	$A_{02} + A_{03}$	A_0
Зона сильного поражения			
5	0,9	1,4	2,3
Зона среднего поражения			
16	0,7	1,8	2,5
Зона слабого поражения			
32	0,7	1,3	2,0
Контроль			
47	0,5	2,2	2,7

полнено ранее Б. С. Фимушиным (1988). Пробная площадь 5 расположена в зоне сильного поражения, 16 — в зоне среднего поражения, 32, — в зоне слабого поражения, 47 — в фоновых условиях.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 приведена лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на пробных площадях в разных зонах их поражения на 1 га. Возраст сосняков на момент исследования 54–59 лет. По составу лесные насаждения чистые сосновые или с преобладанием сосны обыкновенной.

В таблице 2 представлены данные о мощности лесной подстилки сосняков в зоне поражения аэропромвыбросами Первоуральско-Ревдинского промышленного узла. Как видно из анализа таблицы 2, мощность лесной подстилки сосняков в разных зонах поражения поллютантами варьирует от 2 см до 2,7 см.

Полученные данные свидетельствуют о том, что по мере удаления от источников загрязнения происходит накопление мортмассы. Наименьшее значение мощности данного компонента леса составляет 2 см в зоне слабого поражения и объясняется наличием более скудного состава живого напочвенного покрова и его фитомассы.

При этом, следует отметить, что наибольшее значение толщины слоя A_{01} наблюдается в зоне сильного поражения (0,9 см), что свидетельствует о снижении скорости процесса минерализации органических веществ в данных условиях. По мере удаления от источников загрязнения мощность верхнего слоя уменьшается в зонах среднего и слабого поражения до 0,7 см, а контрольной зоне до 0,5 см. Мощность среднего и нижнего слоев лесной подстилки варьирует от 1,3 см до 2,2 см. Так, в зоне слабого поражения данный показатель составляет 1,3 см. По мере снижения влияния промышленных поллютантов Первоуральско-Ревдинского промузла мощность $A_{02} + A_{03}$ увеличивается от 1,4 см и 1,8 см в зонах сильного и среднего поражения, соответственно, до 2,2 см в контрольной зоне.

В таблице 3 приведены результаты весового анализа образцов лесной подстилки, взятых на пробных площадях в различных зонах поражения Первоуральско-Ревдинского промышленного узла по данным 2022 г.

Материалы таблицы 3 указывают на то, что общая масса лесной подстилки сосняков искус-

Масса лесной подстилки на пробных площадях по фракциям в различных зонах поражения аэропромвыбросами (г/м², %)

Мелочь	Хвоя	Листья	Шишки	Остатки ЖНП	Сучья	Кора	Всего
Зона сильного поражения, пробная площадь — 5							
1638,1	171,4	98,4	110,4	5,1	469,7	73,1	2566,2
63,8	6,7	3,8	4,3	0,2	18,3	2,8	100,0
Зона среднего поражения, пробная площадь — 16							
1881,0	299,9	0	799,0	93,4	285,6	187,9	3546,8
53,0	8,5	0	22,5	2,6	8,1	5,3	100,0
Зона слабого поражения пробная площадь, — 32							
1028,8	227,6	5,7	258,4	43,4	210,2	245,7	2019,8
50,9	11,3	0,3	12,8	2,1	10,4	12,2	100,0
Контроль, пробная площадь — 47							
1112,3	186,2	34,7	114,7	57,3	648,3	132,7	2286,2
48,7	8,1	1,5	5,0	2,5	28,4	5,8	100,0

ственного происхождения в зоне влияния аэропромвыбросов варьирует от 2019,8 г/м² до 3546,8 г/м². В зоне среднего поражения, где общая масса лесной подстилки наибольшая, почти 800 г/м² приходится на фракцию «шишки», что выше, чем на пробных площадях в других зонах. Следует отметить, что доля фракции «мелочь» от общей массы лесной подстилки по мере приближения к источникам загрязнения возрастает от 48,7 % в контрольной зоне до 63,8 % в зоне сильного поражения.

В зоне сильного поражения под влиянием аэропромвыбросов общая масса лесной подстилки составляет 2566,2 г/м². Здесь основная масса подстилки сосредоточена в пределах проекций крон деревьев и представлена в основном мелочью (63,8 % от общей массы) и сучьями (18,3 % от общей массы). Остальные фракции составляют лишь 17,8 % от общей массы лесной подстилки. При этом доля массы остатков живого почвенного покрова всего лишь 0,2 % от общей массы лесной подстилки.

Анализ данных показал, что в зоне среднего поражения лесной подстилки накапливается больше по сравнению с другими пробными площадями. При этом почти половина общей массы приходится на мелочь. По сравнению с зоной сильного поражения доля таких фракций как «хвоя», «шишки», «остатки живого почвенного покрова» и «кора» возросли. Следует отметить, что доля фракции «шишки» в зоне среднего поражения наивысшая и составляет 22,5 % от общей массы лесной подстилки. При этом масса хвои составляет в зоне среднего по-

ражения 299,9 г/м², а на контроле — 186,2 г/м², так как воздействие промышленных поллютантов сокращает срок жизни хвои.

В зоне слабого поражения аэропромвыбросами отмечено наименьшее значение массы лесной подстилки. При этом доля фракций «хвоя», «шишки» и «кора» выше, чем на контроле. Данный факт свидетельствует, что даже в зоне слабого поражения лесные насаждения проявляют защитную реакцию, избавляясь от накопившихся вредных элементов. В контрольной зоне масса фракций «сучья» и «остатки ЖНП» наибольшие.

В результате исследования влияния промышленных поллютантов на лесную подстилку сосняков было установлено, что по мере удаления от источника загрязнения толщина верхнего слоя лесной подстилки уменьшается, а доля массы лесной подстилки возрастает. При этом мощность среднего и нижнего слоев и лесной подстилки в целом сосняков искусственного происхождения в разных зонах поражения отличается, что свидетельствует о разной интенсивности малого биологического круговорота и процесса минерализации органического вещества. По мере удаления от источников загрязнения доля фракции «мелочь» в общей массе лесной подстилки снижается. Исследования показали, что в зоне влияния поллютантов общая масса лесной подстилки и масса ее отдельных фракций имеет различные значения. Таким образом под воздействием аэропромвыбросов происходит активное накопление лесной подстилки, минерализация которой протекает медленнее.

Список литературы

1. Бунькова Н. П., Залесов С. В., Магасумова А. Г., Осипенко Р. А. Основы фитомониторинга. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2020. — 90 с.

Информация об авторах

АСТАФЬЕВА Ольга Михайловна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесоводства, Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург. Область научных интересов — лесоведение и лесоводство, автор 35 научных трудов. E-mail: ast.olga.66@gmail.com

THE EFFECT OF INDUSTRIAL EMISSIONS ON THE LITTER OF PINE FORESTS IN VARIOUS AFFECTED AREAS

O. M. Astafeva

Ural State Forestry Engineering University, Ekaterinburg, Russia

Annotation. The analysis of the power and mass of the forest litter of artificial pine forests exposed to industrial pollutants is presented. We proceeded from the fact that forest litter is one of the most important components of forest plantations. The transformation of litter into litter occurs due to the vital activity of a complex of microorganisms. The purpose of the research is to identify the main processes of transformation of litter into litter, which occur due to the vital activity of a complex of microorganisms. The objects for the study of the influence of industrial pollutants on forest plantations in the area of Pervouralsko-Revdinsky industrial hub were selected 4 plots of artificial pine plantations, on which 15 25?25cm accounting sites were laid to account for forest litter. The test area 5 is located in the zone of severe damage, 16 — in the zone of medium damage, 32 — in the zone of weak damage, 47 — in background conditions.

Keywords: aeroprom emissions, forest litter, pine forests, industrial pollutants

УДК 632.7.018

ДИНАМИКА УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД И ИХ СВЯЗЬ С ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТЬЮ НАСАЖДЕНИЙ В ПОЙМЕ РЕКИ УРАЛ ЗАПАДНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Д. У. Ауезов, Н. С. Келгенбаев, М. А. Мамырбай

Западно-Казахстанский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт
лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А. Н. Букейхана,
г. Актобе, Республика Казахстан

Аннотация. Река Урал делится на три части (потока) в зависимости от характера русла долины и водности: верхнее, среднее и нижнее. Район исследования расположен в среднем течении, где река течет в относительно широкой долине. Река приобретает характер равнины со значительным количеством перекатов. Ширина русла в разные сезоны года колеблется в пределах 650–150 м. На этом участке реки много перекатов. Самые глубокие места достигают 4–5 м. Грунтовые воды, залегающие ближе 5 м от поверхности, что наблюдается довольно часто, оказывают большое влияние на почвообразование. Минерализованные грунтовые воды, поднимаясь по капиллярам, заражают верхние горизонты; если они свежие, то увеличивают содержание гумуса и азота в почвах. На чрезмерно увлажненных горизонтах появляются ржавые или огненные пятна и ряд других специфических признаков. Река Урал влияет на почвообразование не только путем переноса или смыва различных аллювиальных отложений, но и прямым воздействием воды на почвы. Так, пресные воды поймы Урала во время паводков способствуют выносу солей из формирующихся здесь почв. Самый низкий уровень грунтовых вод в мае отмечается в высокой (притеррасной) пойме 295–310 см, в период вегетации, особенно в июле-сентябре, происходит интенсивный отток грунтовых вод и понижение уровня воды достигает 570–581 см. Характерной особенностью поймы является чередование маловодных и многоводных лет. В засушливые годы происходит сильное понижение уровня грунтовых вод, что может привести к иссушению древесно-кустарниковой растительности в пойме реки Урал.

Ключевые слова: пойменные леса, река Урал, грунтовые воды, прирусловая пойма, гидропосты, глубина залегания

Введение. В настоящее время под влиянием различных факторов происходит изменение лесных условий и ухудшение их общего состояния.

В последние десятилетия пойменные леса Западно-Казахстанской области находятся в состоянии длительной депрессии. Их усыхание в не-

которые годы было катастрофическим. Это может привести к опустыниванию пойм и интенсивному развитию эрозионных процессов, дальнейшему обмелению реки Урал, утрате средорегулирующей и рекреационной роли лесов. Поэтому в настоящее время большое внимание должно уделяться изучению и выявлению причин ухудшения состояния лесных биоценозов. Пойменные леса Западно-Казахстанской области расположены в среднем и нижнем течении реки Урал. Основными породами в этих лесах являются дуб, ясень, клен, береза, ольха, осина, тополь и ива. Они расположены на трех речных террасах: приречной, центральной и притеррасной. По левому берегу Урала проходит восточная граница дубрав. Большинство лесов имеют кластерный характер и расположены среди обширных пойменных лугов, образуя разреженные древостои, местами переходящие в редины. Наиболее высокие древостои встречаются вдоль ежегодно затопляемых пойм и озер. Помимо почвенно-климатических условий, на экстенсивное изреживание пойменных лесов влияют выпас скота и бессистемные рубки, а также усыхание леса в результате незатопления поймы в некоторые годы водами Уральских гор. М. М. Орлов «Массовое усыхание искусственных и естественных насаждений в бассейнах и поймах рек происходит в результате изменения лесоводственных условий и обусловлено регулированием гидрологического режима рек». В возвышенной части засушливой степи искусственные насаждения дуба, в зависимости от условий лесного участка, возраста и состояния, требуют различных лесоводственных мероприятий [2]. П. П. Бессчетнов [1] сообщает, что обезлесение среднего и нижнего течения реки Урал — явление древнее, вызванное не только неблагоприятными климатическими факторами, но и деятельностью человека. Значительное сокращение площади дубовых лесов в пойме реки Урал произошло в результате бессистемных рубок и выпаса скота. В последние годы процесс усыхания пойменных лесов реки Урал прогрессирует [1]. Ф. Б. Орлов и П. Ф. Совершаев [3] отмечают положительную роль живого напочвенного покрова, которая заключается в том, что покрытие голой поверхности посевных площадей резко снижает поступление влаги вследствие ее миграции как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, а также в том, что живой напочвенный покров устраняет появление кристаллов на поверхности почвы, уплотняет верхний слой, обеспечивая более равномерное осыпание при оттаивании почвы.

Цель исследований — выявление динамики уровня грунтовых вод и их связь с влагообеспеченностью насаждений в пойме реки Урал в Западно-Казахстанской области.

Объекты, условия и методы. Гидрологическая сеть бассейна Урала питается преимущественно снегом; режим стока характеризуется значительным весенним паводковым стоком и устойчивой низкой меженью. На весну приходится 60–80 % стока. Средний многолетний максимальный уровень реки, вызывающий выход воды на пойму с вероятностью 50 %, составляет около 6 м. Глубина затопления поймы зависит от ее размеров. Чем шире пойма, тем на большую площадь распространяется вода и тем меньше толщина ее слоя. Пойма затопляется в среднем через 20–30 дней после вскрытия реки — в апреле или мае. Низкие уровни поймы покрыты слоем воды в несколько метров в течение 40...80 дней, средние уровни — 14...40 дней, а высокие — 5...15 дней. В нижнем течении поймы очищается от полых вод в июне и реже в начале июля. После затопления грунтовые воды в пойме залегают на небольшой глубине 1,5...3,5 м. Глубина их залегания зависит от рельефа и водопроницаемых слоев, на которых формируется уровень грунтовых вод. В прирусловой пойме грунтовые воды дренируются рекой и залегают на глубине ее нижнего бьефа. Река и старые русла питаются грунтовыми водами в годы паводков.

Пополнение подземных вод в нижнем течении за счет притока с надпойменных террас и атмосферных осадков относительно невелико, особенно в засушливые годы. По всей пойме в низовьях преобладают пресные грунтовые воды, только на высокой пойме в условиях тяжелых по механическому составу отложениях встречаются соленые грунтовые воды. Степень минерализации подземных и поверхностных вод напрямую связана с их застойностью. В бессточных впадинах, водохранилищах и бассейнах старых водоемов вода сильно минерализована. В приустьевом поясе дельты, дренируемой рекой, подземные воды пресные. Солевой состав воды в уральских и пойменных водоемах претерпевает значительные изменения в течение года. Наименьшее количество водорастворимых солей содержится во время паводка 0,3...0,5 г/л сухого остатка. В то же время содержание хлора увеличивается в несколько раз.

Описанный ход затопления поймы наблюдается в годы с большими паводками, когда они достигают высоких уровней поймы (7...9,5 м). В мень-

шие паводки затапливаются только нижние уровни поймы, что характерно для долины реки Урал. Низкая пойма затапливается через 1–2 года, средняя — раз в 3–4 года, высокая — через 5–6 лет. Цикличность водного режима Урала оказывает решающее влияние на обводнение, почвообразование, уровень грунтовых вод, развитие древесной, луговой растительности и животного мира поймы. Отсутствие паводка в течение одного года оказывает меньшее влияние на режим грунтовых вод и развитие низкорослой пойменной растительности. Большинство пойменных озер и озер сохраняют прошлогоднюю воду. В среднем и высоком уровнях поймы во второй половине вегетационного периода происходит снижение уровней верховьев или даже их отчуждение, подавление развития луговой растительности, частичное иссушение подлеска и прекращение семенного возобновления древесных пород.

Если следующий год также маловодный, происходит понижение уровня грунтовых вод. Луговая растительность начинает меняться на более ксерофитную. Рост древесных пород резко уменьшается, а подлесок сокращается. Старые русла рек разрушаются, а озера мелеют и пересыхают. Если следующие один-два года маловодные, то основной уровень грунтовых вод резко падает до 5–7 м. В такие годы наблюдается парадоксальное явление более глубокого залегания грунтовых вод в пойме по сравнению с надпойменной террасой. Дно высоких лугов и озер зарастает травянистой растительностью. Лугово-болотные виды понижений сменяются менее влаголюбивыми растениями, присущими злаковым лугам средних уровней, появляются представители степной растительности. Продуктивность лугов снижается в несколько раз. Наблюдается массовое усыхание подлеска и молодых деревьев, ухудшается рост зрелых деревьев, появляется сухостой.

Затем наступает год высоких паводков, происходит затопление поймы, и луговая растительность восстанавливает свое господство. Пойменные почвы приобретают черты, характерные для гидроморфных образований. Водоемы заливаются водой, и уровень грунтовых вод поднимается. Летние и осенние осадки в большинстве случаев не дают заметного увеличения речного стока. Отсутствие значительного пополнения грунтовых и дождевых вод также влияет на характер режима поймы. Скорость течения реки Урал при высоких уровнях воды достигает 2 м/с, а после прохождения паводка от 0,3–0,5 до 0,6–1,0 м/с. В преде-

лах исследуемой территории река Урал образует долину шириной 6–8 км. Ширина поймы находится в пределах 2–5 км. Средняя глубина реки в межень составляет 1,5...2,0 м, глубина в межень — 6...8 м, на перекатах — 0,6...1,0 м. Подземные воды представляют собой довольно сложную систему взаимодействия гидросферы с атмосферой, биосферой и мезосферой. Этим сложным взаимодействием обусловлены, с одной стороны, повсеместность и относительное постоянство уровня грунтовых вод, а с другой — соответствие уровня грунтовых вод рельефу дневной поверхности. При нарушении установившегося равновесия возникают процессы, направленные на его восстановление. На динамику и формирование уровня грунтовых вод большое влияние оказывают почвенно-грунтовые условия, характеризующиеся разнообразными химическими и водно-физическими свойствами. В литературе имеется обширная информация о высокой гидрологической роли различных типов насаждений. Все они указывают на то, что лесные насаждения способствуют подъему уровня грунтовых вод. Величина подъема грунтовых вод зависит от многих факторов: количества осадков, типа и конструкции насаждений, их местоположения, возраста, высоты и других.

Результаты и обсуждение. В 2021 году Западно-Казахстанский филиал ТОО «КазНИИЛХА им. А. Букейхана» провел наблюдения за уровнем грунтовых вод под насаждениями в трех частях поймы: прирусловой, центральной и высокой. Для этого было проведено рекогносцировочное обследование и выбраны участки дубовых насаждений одинакового состава, возраста и полноты, но произрастающих в разных частях поймы. Скважины были пробурены до уровня грунтовых вод. Вмешиваясь в естественные насаждения, человек разрушает связи в природе, которые формировались десятилетиями, поэтому мы задались целью изучить, как меняется водный режим почвы в пойменных насаждениях в разных частях поймы. Из основных условий произрастания насаждений определяются следующие показатели: изучение почв основных типов леса, закладка почвенного разреза для изучения влажности почв и растений, изучение живого напочвенного покрова, изучение водорегулирующей и противозерозионной роли лесов.

Грунтовые воды, залегающие ближе 5 м от поверхности, что наблюдается довольно часто, оказывают большое влияние на почвообразование.

Таблица 1.

Уровень грунтовых вод (см) под насаждениями в различных частях поймы (весна, лето, осень)

Участки поймы	№ скважины	Сроки наблюдений			Расход за вегетационный период, см
		май	июль	сентябрь	
Прирусловая	1	165	265	400	47
Прирусловая	2	178	290	415	52
Среднее		171,5	277,5	407,5	49,5
Центральная	3	245	343	455	79
Центральная	4	275	371	465	90
Среднее		260,0	357,0	460,0	84,5
Притеррасная	5	295	350	570	101
Притеррасная	6	310	362	581	105
Среднее		302,5	356,0	575,5	103,0

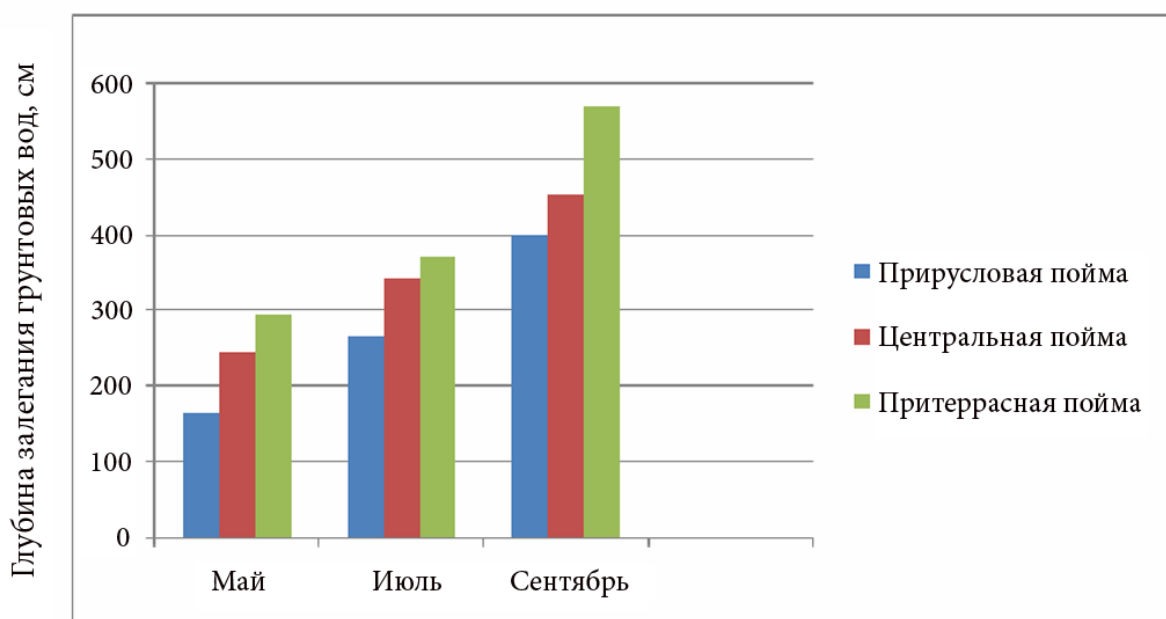


Рисунок 1 — Глубина залегания уровня грунтовых вод в пойме

Минерализованные грунтовые воды, поднимаясь по капиллярам, заселяют верхние горизонты, а если они свежие, то увеличивают содержание гумуса и азота в почвах. Избыточно увлажненные горизонты имеют ржавые или огненные пятна и ряд других специфических признаков. Река Урал влияет на почвообразование не только путем переноса или смыва различных аллювиальных отложений, но и прямым воздействием воды на почвы. Так, пресные воды поймы Урала во время паводков способствуют выносу солей из формирующихся здесь почв (табл. 1, рис. 1).

В таблице 1 и на рисунке 1 приводятся данные о колебаниях уровня грунтовых вод в течение вегетационного периода.

Как видно из данных таблицы 1, под плантациями весной 2021 года самый высокий уровень грунтовых вод (165–178 см) наблюдается

в прирусловой пойме, который постепенно снижается и к концу вегетационного периода достигает отметки 400–415 см. Самый низкий уровень грунтовых вод в мае наблюдается в высокой (притеррасной) пойме 295–310 см, во время вегетационного периода, особенно в июле-сентябре, происходит интенсивный отток грунтовых вод и уровень грунтовых вод понижается до 570–581 см. Амплитуда колебания уровня грунтовых вод здесь составила от 101 до 105 см, что на 52,1 и 18,0 больше соответственно по сравнению с приречными и притеррасными участками поймы. Наименьший расход воды за вегетационный период в среднем в прирусловой пойме (49,5 см), что на 35,0 и 53,5 см соответственно меньше, чем в центральной и прирусловой пойме. Как видно из данных рисунка 1 во все периоды наблюдений самый высокий уровень грунтовых вод наблю-

дался в пойме дамбы (171,5–407,5 см), а самый низкий — в притеррасной (302,5–575,5 см).

Выводы. 1. Анализ материалов показывает, что если до зарегулирования стока паводок заканчивался в конце июля, то теперь маловодный период наступил в конце июня, в результате чего уровни полых вод снизились. Однако сокращение продолжительности паводка до одного месяца уменьшило период воздействия зональных (климатических) факторов на лес, что вызвало изменения в условиях лесного участка и состоянии древостоя. Это свидетельствует о снижении роли гидрологического фактора пойменных лесов, что подтверждается деградацией растительного покрова под влиянием регулирования стока: растительность из интразональной (пойменной) трансформируется в зональную.

2. По нашим наблюдениям, в целом, глубина залегания грунтовых вод в пойме реки Урал увеличилась. После регулирования стока и естественного снижения водности реки дополнительное увлажнение грунтовыми водами в пойме проис-

ходит только в начале вегетационного периода (в мае). Поэтому, чем больше почва содержит доступной влаги, тем лучше состояние пойменных лесов. Однако дуб с мощной корневой системой не может использовать грунтовые воды, залегающие не глубже 5–6 м, так как толщина плодородных слоев почвы в дубовых лесах не превышает 1–1,5 м, а глубже залегает бесплодный промытый песок. Поэтому после снижения их уровня дуб может рассчитывать только на запас влаги в корневой зоне.

3. Дуб, вяз, ива и тополь одинаково реагируют на изменение водного режима и физических свойств почв: на более влагоемких и плодородных сортах с близким залеганием грунтовых вод состояние насаждений значительно лучше, чем на бедных почвах. По нашему мнению, регулирование реки плотинами ухудшает дренаж в пойме, снижает опресняющее действие дамб, вызывает засоление стратифицированных почв и грунтовых вод, что приводит к массовому усыханию насаждений.

Список литературы

1. Бессчетнов П. П., Мальцев С. Н., Алиев Ш. Ж. По лесам Казахстана. — Алма-Ата: Казахстан, 1976. — 144с.
2. Орлов М. М. Дубовые леса Казанского Поволжья // Записки Новоалександровского института, т. 10, вып. 2, 1897.
3. Орлов Ф. В., Совершаев П. Ф. О влиянии живого напочвенного покрова на устойчивость всходов лесных культур от выжимания их морозом // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 1966. — № 4. — С. 54–58.

Информация об авторах

АУЕЗОВ Дастан Урбсинович — младший научный сотрудник, Западно-Казахстанский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А. Н. Букейхана», Актюбинск. E-mail: dos_20.07.85@mail.ru

КЕЛГЕНБАЕВ Нуржан Сержанович — директор, Западно-Казахстанский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А. Н. Букейхана», Актюбинск. E-mail: nurzhan_n_n@mail.ru

МАМЫРБАЙ Молдир Алимакынқызы — магистр биологии, старший лаборант, Западно-Казахстанский филиал ТОО «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А. Н. Букейхана», Актюбинск. E-mail: moldir.78@mail.ru

DYNAMICS OF THE GROUNDWATER LEVEL AND THEIR RELATIONSHIP WITH THE MOISTURE SUPPLY OF PLANTINGS IN THE FLOODPLAIN OF THE URAL RIVER IN THE WESTERN KAZAKHSTAN REGION

Auezov D. U., Kelgenbayev N. S., Mamyrbay M. A.

West Kazakhstan branch of «Kazakh Research Institute of Forestry and Agroforestry named after A. N. Bukeikhan» LLP», Aktobe, Republic of Kazakhstan

Annotation. The purpose of the research was the dynamics of the groundwater level and their relationship with the moisture supply of plantings in the floodplain of the Ural River in the West Kazakhstan region. According to the nature of the valley bed and the water content of the Ural River, it is divided into three parts (currents): upper, middle and lower. The research area is located in the middle reaches, where the river flows in a relatively wide valley. The river acquires the character of a plain with a significant number of rifts. The width of the riverbed in different seasons varies between 650–150 m. There are many rifts on this section of the river. The deepest places are 4–5 m. Groundwater lying closer

than 5 m from the surface, which is observed quite often, has a great influence on the formation of soils. Mineralized ground waters, rising along the capillary, populate the upper horizons, if they are fresh, they increase the content of humus and nitrogen in the soils. Excessively moistened horizons have rusty or fiery spots and a number of other specific signs. The Ural River affects soil formation not only by transferring or washing away various alluvial deposits, but also by the direct effect of water on soils. So, the fresh waters of the Urals, flooding the floodplain during floods, contribute to the removal of salts of the soils formed here. The lowest occurrence of the groundwater level in May was noted in the high (near-red) floodplain of 295–310 cm, during the growing season, especially in July–September, there is an intensive outflow of groundwater and a decrease in the water level reaches 570–581 cm. A characteristic feature of the floodplain is the alternation of low-water and high-water years. In waterless years, there is a strong decrease in the groundwater level, which can lead to the drying up of tree and shrub vegetation in the floodplain of the Ural River.

Key words: floodplain forests, Ural river, groundwater, river floodplain, hydraulic posts, depth of occurrence.

УДК 614.841.3

ПРОГНОЗ И ПРОФИЛАКТИКА ПОЖАРОВ В КАТОН-КАРАГАЙСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПРИРОДНОМ ПАРКЕ

Ж. А. Ботанова, Е. А. Асангалиев, С. С. Лутай, А. О. Лутай

Восточно Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева

Аннотация. Последствия лесных пожаров наносят экономике многомиллионный ущерб, кроме того, лесам требуется много времени, чтобы восстановиться. Основная цель — уменьшить и предотвратить ущерб от пожаров. Для этого сначала необходимо определить, каким способом будет производиться определение пожаров в данной зоне, после чего рассматривается эффективность использования предлагаемого метода. Регион, который был охвачен исследованиями — Катон-Карагайский государственный национальный природный парк Восточно-Казахстанской области. В последние годы здесь часто происходят лесные пожары, для предотвращения которых в большинстве используются только минеральные полосы. В основе предлагаемого метода — размещение камер видеонаблюдения на столбах линии связи в лесу. Исследования показали, что новый метод подтвердил свою эффективность.

Ключевые слова: лесные пожары, видеонаблюдение, минеральные полосы, экономическая эффективность, автоматизация.

Введение. Климат Катон-Карагай резко континентальный, с холодной зимой и прохладным летом. Рельеф холмистый, большая часть территории находится под государственной охраной. В последние годы в данном регионе все чаще происходят лесные пожары. Опасность пожаров в Катон-Карагайском районе и сложность их обнаружения, локализации и ликвидации обусловлена горным рельефом местности. Туда техника не может попасть. Когда хвойные леса горят, температура достигает 1000 градусов, при которой могут расплавиться металлические части машин и механизмов. Для их тушения используется специальная методика. Лесные пожары в большинстве случаев возникают в равнинной зоне, распространяясь дальше по ветру. В 75 % случаев пожары происходят в сухом грозном воздухе, в 5 % — при воздействии человеческого фактора, в остальных 20 % — при неизвестном. Пожары напрямую зависят от внешних факторов, в первую очередь от температуры воздуха. Каждые десять

лет температура повышается на 0,34 градуса, а это значит, что в следующем году температура будет теплее, чем в предыдущем году [1–3].

Цель работы — дать прогноз и представить методы профилактики пожаров в Катон-Карагайском государственном национальном природном парке Республики Казахстан.

Объекты, условия и методы. Объектом исследований служил Катон-Карагайский государственный национальный природный парк (Катон-Карагайский ГНПП), наиболее пострадавший от лесных пожаров в 2022 году. Исследование показывает, что, хотя количество пожаров несколько стабилизировалось в последние годы, их последствия усугубляются, потому что восстановление в тех местах, где был лес, происходит не сразу, и в этих местах пожар может повториться [4]. В большинстве случаев лесные пожары регистрируются в июле. По словам министра по чрезвычайным ситуациям, в некоторых регионах оснащённость по системе противопожарной сиг-

нализации и ее выявлению не превышает 50 %, например, по Восточно-Казахстанской области этот показатель составил всего 24 % и был одним из самых низких. Статистика пожаров в последние годы по Катон-Карагайскому ГНПП:

- 27 июня 2017 года было зарегистрировано три пожара общей площадью 0,011 га;
- 28 июня 2017 года в районе Катон-Каргая было зарегистрировано еще три пожара на небольшой площади — 0,003 га;
- в 2018 году зарегистрировано 8 пожаров, на площади 0,9 га произошло возгорание;
- в 2019 году зарегистрировано 7 пожаров, площадью 0,08 га;
- в 2020 году зарегистрировано 11 пожаров, сгорело около 1 га лесных угодий;
- в 2021 году зарегистрировано 10 пожаров, площадью 0,013 га.

Результаты и обсуждение. В целях предупреждения и прогнозирования пожаров по региону в большинстве случаев проводятся только разведочные работы на вертолете. Отдельно от него делают минеральные полосы. Имеются обновленные противопожарные минеральные полосы в Катон-Карагайском ГНПП. Из-за сложной местности эти места можно посетить только с помощью техники или лошади (рис. 1). По акту от 27.07.2022 г. зоны обработки минеральных полос охватили: 3 квартала Катон-Карагайского ГНПП шебердинского участка «Аю жайлаган»; 4 квартала «Байбурды»; 142 квартала Шынгы-

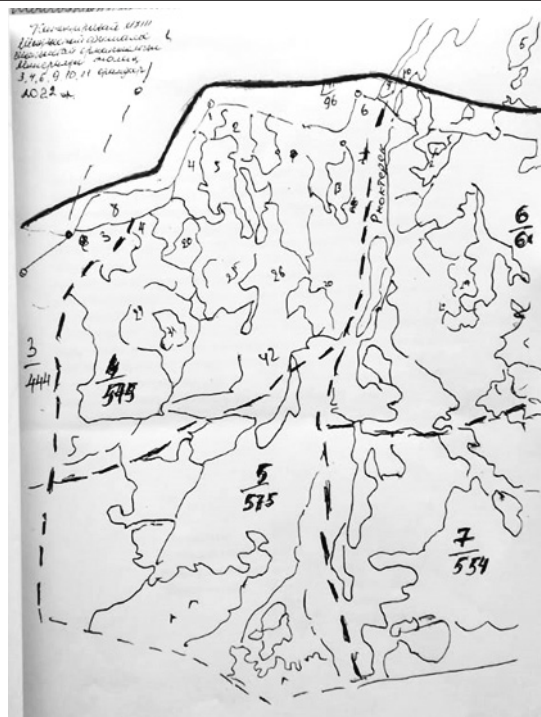


Рисунок 1 — Схема минеральных полос, подготовленных в Катон-Карагайском ГНПП

стайского шебердинского участка «Узень»; 6 и 8 кварталов «Кустік сай»; 9 кварталов «Кубентау», 10 кварталов «Баймырза», 11 кварталов «Кунсай». По краю лесного массива противопожарные минеральные полосы имеют длину 18 километров и ширину 4 метра.

Работы по созданию новых и обновлению существующих минеральных полос выполнены на тракторе ДТ-75 с 3-х корпусным плугом (рис. 2).



Рисунок 2 — Обновление минеральной полосы в Катон-Карагайском ГНПП

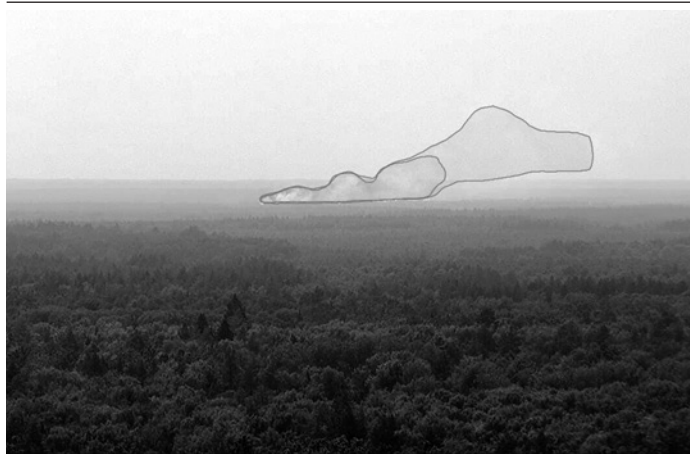


Рисунок 3 — Система определения дыма

Однако, минеральные полосы не полностью защищают лес от пожаров, потому что большая часть лесов находится в сложной горной местности [4]. С этой целью доказана эффективность использования технологий видеонаблюдения, используемых за рубежом. Установлено, что рельеф и климат регионов, использовавших этот метод, похожи на зону Катон-Карагайского ГНПП. Ежегодно реальный ущерб наносят лесные пожары и незаконные рубки на мониторинг, ликвидацию пожаров и проведение восстановительных мероприятий расходуются значительные бюджетные средства. Наиболее эффективное решение задачи по снижению ущерба от лесных пожаров являются комплексными авиационное, космическое, наземное и автоматизированное исполь-

зование обнаружение, точное определение координат и видеомониторинг для предупреждения предоставляет информацию о пожаре на самой ранней стадии.

Одной из таких систем является система «Лесной страж». Он используется в нескольких странах и доказал свою эффективность. Эффективность оценивается не только с наибольшей вероятностью определить наименьшую вероятность дымообразования, но также создание и использование системы затрат, а также экономия бюджетных средств для снижения затрат на другие виды мониторинга и снижения ущерба от пожаров. Эффективность «Лесного стража» достигнута за счет комплексных средств, использования элементов искусственного интеллекта (в том числе анализа нейронной сети), геоинформационных технологий, технологий распределенных вычислений, собственных алгоритмов разработчика и др. (рис. 3).

Эта система позволяет своевременно обнаруживать пожар с помощью дыма и работает даже в ночное время. Все автоматизировано, от диспетчера требуется только подтверждение информации. Помимо пожаров, можно обнаружить различные незаконные рубки [5].

Вывод. В результате установлено, что эффективность работы по выявлению, предупреждению лесных пожаров в данном регионе низкая. Установлено, что предложенный метод соответствует рельефу местности и отвечает всем требованиям.

Список литературы

1. Бессчетнов П. П. Тополь (Культура и селекция). — Алма-Ата: Кайнар, 1969. — 155с.
2. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2021. - № 5 (383). — С.: 48–64. DOI: 10.37482/0536–1036–2021–5–48–64
3. Г. Н. Коровин, А. С. Исаев. Защита лесов от пожаров как элемент национальной безопасности России. // Лесной вестник. — 2006. — № 8–9. [Электронный ресурс]: режим доступа — <http://old.forest.ru/rus/bulletin/08–09/index.html>.
4. Данные Катон-Карагайского ГНПП.
5. Система дистанционного мониторинга и управления/ <https://lesohranitel.ru/>.

Информация об авторах

БОТАНОВА Жанерке Алтайбек?ызы — магистрантка 2 курса обучения по специальности 7М08301 — Лесные ресурсы и лесоводство. Область научных интересов — лесные ресурсы, лесоводство, прогноз и профилактика лесных пожаров и их последствий. E-mail: sslutai@mail.ru

АСАНГАЛИЕВ Елибек Атрауович — кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, ВКО, Казахстан. Область научных интересов — биология растений, инновационные технологии получения фиторегуляторов природного происхождения; инкрустация семян растений, лесная пирология, сохранение биоразнообразия лесов Рудного Алтая. Автор более 130 научных работ, из них 85 инновационных патентов РК. ORCID 0000–0003–4002–8350. E-mail: elibek60@mail.ru

ЛУТАЙ Сергей Сергеевич — магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск,

ВКО, Казахстан. Область научных интересов — лесовосстановление, инновационные технологии получения фиторегуляторов природного происхождения; инкрустация семян растений, сохранение биоразнообразия Рудного Алтая. Автор 30 научных публикаций, в т. ч. 8 патентов РК. E-mail: sslutai@mail.ru. Автор 30 научных публикаций, в том числе 8 инновационных патентов РК. E-mail: sslutai@mail.ru

ЛУТАЙ Анастасия Олеговна — магистр технических наук, преподаватель Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, ВКО, Казахстан. Область научных интересов — техническое регулирование, стандартизация и аккредитация в обеспечении качества продукции, товаров и услуг; инкрустация семян растений, сохранение биоразнообразия; лесозащита и управление лесными ресурсами. Автор более 30 научных публикаций. E-mail: lutay_ao@mail.ru

FORECAST AND PREVENTION OF FIRES IN THE KATON-KARAGAI STATE NATIONAL NATURE PARK

*Botanova Zh.A., E. A. Asangaliev, S. S. Lutay, A. O. Lutay
D. Serikbayev* East Kazakhstan Technical University

Abstract. The consequences of forest fires cause multimillion-dollar damage to the economy, in addition, forests take a long time to recover. The main goal is to reduce and prevent damage from fires. To do this, it is first necessary to determine how the definition of fires in this zone will be carried out, after which the effectiveness of using the proposed method is considered. The region that is being studied is the Katon-Karagai State National Natural Park of the East Kazakhstan region. In recent years, forest fires have often occurred here, for the most part only mineral strips are used to prevent them. The proposed method is based on the placement of video surveillance cameras on communication poles in the forest. Studies have shown that the new method has proven its effectiveness.

Keywords: forest fires, video surveillance, mineral strips, economic efficiency, automation.

УДК 630.43.(571.54/.55)

ОЦЕНКА НАРУШЕННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ В ЮГО-ЗАПАДНОМ РАЙОНЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

Ю. Н. Грешилова, О. П. Каленская
Сибирский государственный университет науки и технологий имени
академика М. Ф. Решетнева, Красноярск, Россия

Резюме. Статья посвящена анализу антропогенной нарушенности лесных территорий с использованием материалов лесоустройства, методов дистанционного зондирования на примере лесничеств юго-западного района Забайкальского края. Актуальность работы определена тем, что в Забайкальском крае масштабные антропогенные преобразования природы связаны с пожарами, санкционированными и особенно несанкционированными рубками древесины. Одним из важнейших показателей в оценке степени нарушенности территорий является трансформация коренных растительных сообществ, связанных с пожарами и рубками. Проведенный анализ показал, что территории страдают от пожаров и вырубок хозяйственно ценной древесины, что приводит к нарушению основных функций экосистем природной среды. Реализация потенциальной способности природной среды перенести ту или иную антропогенную нагрузку без нарушения основных функций экосистем в настоящее время невозможна.

Ключевые слова: Забайкальский край, антропогенное воздействие, незаконные рубки, пожары, нарушенность территорий.

Введение. Современная государственная политика экологического развития природопользования базируется на понимании необходимости сохранения и восстановления нарушенных природных комплексов [5]. Предотвращение или сокращение негативных последствий антропогенной деятельности невозможно без изучения

природы и природных процессов. В Забайкальском крае антропогенные преобразования природы связаны с пожарами, санкционированными и особенно несанкционированными рубками древесины. Площади вырубок постоянно растут. При этом несанкционированные рубки древесины проводятся даже в лесах природоохранного

назначения [1]. По мнению авторов [3] на территории Забайкальского края площадь законных вырубок составляет около 30 тыс. га в год. Согласно данным официальной статистики, до 50 тыс. м³ в регионе вырубается нелегально, реальный же объем самовольных вырубок может быть в несколько раз выше. Забайкальский край своеобразный по природным условиям регион, относится к наиболее горимым регионам России, в силу природно-климатических и социально-экономических условий [2].

Цель исследований — выявление факта и оценка степени нарушенности лесных земель от лесных пожаров и рубок леса в юго-западной части Забайкальского края.

Объекты, условия и методы. Для решения поставленной цели были предусмотрены следующие задачи: сбор литературных материалов и космических снимков на территорию исследования; подбор актуализированных топографических карт, планов лесонасаждений и использование регламентов 6 лесничеств, подвергнутых антропогенному воздействию (выявление источников антропогенного воздействия). Сбор материала проводился по данным лесоустройства по Бадинскому, Ингодинскому, Красночикойскому, Кыринскому, Петровск-Забайкальскому, Хилокскому лесничествам за 1993 и 2015 гг., анализировались площади до государственной инвентаризации лесов и после ее проведения.

Результаты и обсуждение. Одним из важнейших показателей в оценке степени нарушенности территорий является трансформация коренных растительных сообществ, связанных с пожарами и рубками. Забайкальский край характеризуется резко континентальным климатом с малым количеством осадков до 250–300 мм в год. Авторами отмечены [8] рост температуры, изменение режима осадков, увеличение длительности засушливых периодов. Эти факторы являются основополагающими для пожароопасной обстановки. Лесные экосистемы Забайкальского края характеризуются самой высокой степенью горимости на территории Российской Федерации [5]. Хозяйственное освоение территории, а в первую очередь рубки, являются участками повышенной пожарной опасности, а возникающие здесь пожары распространяются на большие площади, покрытые лесом. Пожары могут повторяться в течение одного сезона, это существенно увеличивает статистику поврежденных площадей [7].

Вырубая значительные территории лесных массивов, при этом, оставляя за собой большое количество лесных горючих материалов, происходит провокация повышения пожароопасной обстановки, особенно в условиях засухи [4]. Однажды пройденные пожаром участки леса подвергаются повторному воздействию пирогенного фактора через 20–25 лет, что, в свою очередь, приводит к ухудшению естественного возобновления леса, снижению приживаемости и сохранению лесных культур на гарях [2]. Согласно данным дистанционного зондирования за период с 1996 по 2014 гг., ежегодная площадь пожаров в регионе варьировала от 0,2 до 6,0 млн га. Наиболее высокая горимость в регионе наблюдается в центральных и южных районах края [9].

Лесозаготовки, начатые в регионе в промышленных масштабах, привели к тому, что на значительной территории произошла смена коренных хвойных древостоев хозяйственно менее ценными мелколиственными, а общая площадь необлесившихся вырубок превысила 10 млн га. Нелегальные лесозаготовки и отсутствие спроса на низкотоварную древесину привели к тому, что на вырубках остается до 30 % стволовой древесины, находившийся на участке до рубки, что в дальнейшем повышает пожарную и энтомологическую опасность в лесах региона. Вследствие высокой степени горимости и рубок, в том числе незаконных, значительная доля участков лесных земель Забайкальского края приходится на нарушенные лесные экосистемы. За период с 1993 по 2015 годы в юго-западном районе Забайкальского края увеличилась общая площадь земель на 419, 362 тыс. га, за счет присоединения колхозных. За счет перевода земель из категории «не сомкнувшиеся лесные культуры» в категорию «лесные культуры» площадь также возросла на 38,8 %.

По лесничествам сложилась следующая ситуация: В Бадинском лесничестве основными лесообразующими породами являются лиственница Сибирская и Даурская, сосна обыкновенная. В лесничестве возросла площадь гарей на 1,4 %, вырубок на 1,7 % (рис. 1, 2).

В Ингодинском лесничестве горные хребты покрыты лиственничными и сосновыми насаждениями на водоразделах, на высоте 1400–1700 м над уровнем моря произрастают кедровые насаждения. Процент гарей и погибших насаждений увеличился на 0,4 %, вырубок сократился на 0,2 %. Красночикойское лесничество расположено на Хэнтэй-Чикойском нагорье, для которо-

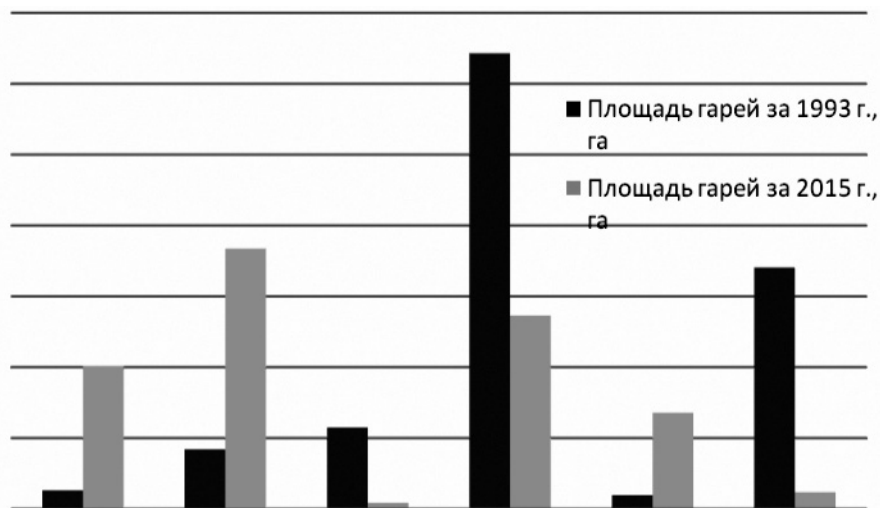


Рисунок 1 — Нарушенность лесничеств пожарами с 1993 по 2015 гг.

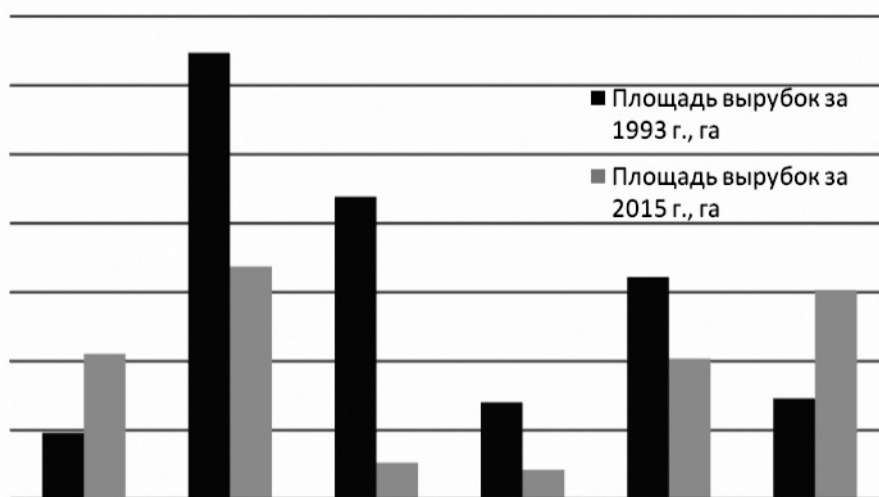


Рисунок 2 — Нарушенность лесничеств вырубками с 1993 по 2015 гг.

го типичны: пояс степей, лесостепей, лиственничных лесов, кедрово-лиственничного редколесья, подгольцовый пояс с кедровым стлаником и пояс высокогорных тундр. В Красночикойском лесничестве увеличилась площадь вырубок на 0,1 %, площадь гарей, погибших насаждений уменьшилась на 0,3 %.

В Кыринском лесничестве преобладают лиственничные насаждения с примесью сосны, кедра сибирского, березы, которые занимают 75,2 % покрытых лесной растительностью земель. В лесничестве снизилась площадь гарей на 0,2 % и вырубок на 0,1 %. Большая часть территории Петровск-Забайкальского лесничества входит в подзону средней тайги, с преобладанием сосны обыкновенной. Площадь гарей увеличилась на 4,6 %, вырубок на 0,4 %.

Леса Хилокского лесничества относятся к округу Хентэй-Чикойского нагорья с растительны-

ми подзонами верхней, средней и нижней тайги. В лесничестве сократилась площадь гарей и погибших насаждений на 1,7 %, объясняется тем, что в этом районе преобладают темнохвойные леса, площадь вырубок, наоборот, увеличилась на 0,5 % соответственно, что говорит об остроте проблемы.

Выводы. Проведенный анализ позволяет утверждать, что на территории юго-западного района Забайкальского края наряду с практически постоянными антропогенными пожарами большой ущерб лесной растительности наносят рубки древесины. Потенциальная способность природной среды перенести ту или иную антропогенную нагрузку без нарушения основных функций экосистем в настоящее время невозможна. Степень нарушенности лесной территории может отразиться на основных функциях лесов и здоровье населения Забайкальского края.

Список литературы

1. Белов А. В., Лямкин В. Ф., Соколова Л. П. Картографическое изучение биоты. — Иркутск: Облмашинформ, 2002. — 160 с.
2. Бобринев В. П., Пак Л. Н. Экологические последствия лесных пожаров в Байкальском бассейне // Пожары в лесных экосистемах Сибири. Материалы Всероссийской конференции с международным участием. — Красноярск: Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, 2008. — 245 с.
3. Буряк, Л. В., Кукавская Е. А., Каленская О. П., Малых О. Ф., Бакшеева. Е. О. Последствия лесных пожаров в южных и центральных районах забайкальского края // Сибирский лесной журнал. — 2016. — № 6. — С. 94–102.
4. Валендик Э. Н. Матвеев П. М. Софронов М. А. Крупные лесные пожары. — М: Наука, 1979. — 198 с.
5. Кукавская Е. А., Швецов Е. Г., Буряк Л. В., Каленская О. П. Мониторинг воздействия пожаров на лесные экосистемы Забайкальского края // Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций. Сборник статей по матер. V всеросс. Науч.-практ. конф.: г. Железногорск, Красноярского края, 17 июня 2015 г. — Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий, 2015. — С. 93–98.
6. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (утв. Президентом РФ 30 апреля 2012 г.)
7. Пономарев, Е. П., Буряк, Л. В. Исследование применимости съемки со спутников серии DMC для мониторинга нарушенности лесов // География и природные ресурсы. — 2007. — № 4. — С. 135–139.
8. Школьник И. М., Мелешко В. П., Ефимов СВ., Стафеева К. Н. Изменения экстремальности климата на территории Сибири к середине XXI века: ансамблевый прогноз по региональной модели ГГО // Метеорология и гидрология. — 2012. — № 2. — С. 5–22.
9. Kukavskaya E. A., Buryak L. V., Shvetsov E. G., Conard S. G., Kalenskaya O. P. The impact of increasing fire frequency on forest transformations in southern Siberia // Forest ecology and management. — 2016. — Vol. 382. — P. 225–235.

Информация об авторах

ГРЕШИЛОВА Юлия Николаевна — студент, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Росси. Область научных интересов — проблемы нарушенности территорий в юго-западном районе Забайкальского Края. E-mail: lhf@sibstu.kts.ru

КАЛЕНСКАЯ Ольга Петровна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесоводства, охраны и защиты леса, Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева, г. Красноярск, Россия. Область научных интересов — дистанционное зондирование параметров атмосферы, включая эмиссии природного и техногенного происхождения, проблемы нарушенности территорий Забайкалья, автор более 60 научных публикаций. E-mail: kalenskayaop@mail.sibsau.ru

ASSESSMENT OF THE DISTURBANCE OF TERRITORIES IN THE SOUTH — WESTERN REGION OF THE TRANS — BAIKAL TERRITORY

U. N. Grehilova, O. P. Kalenskaya

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, Russian Federation

Summary. The article is devoted to the analysis of anthropogenic violation of forest areas using forest arrangement materials, remote sensing methods using the example of forestry of the South-West District of the Trans-Baikal Territory. The relevance of the work is determined by the fact that in the Trans -Baikal Territory, large -scale anthropogenic transformations of nature are associated with fires, authorized and especially unauthorized triggering wood. One of the most important indicators in the assessment of the degree of violation of territories is the transformation of indigenous plant communities associated with fires and triggers. The analysis showed that the territories suffer from fires and cutting up of economic valuable wood, which leads to a violation of the main functions of the ecosystems of the natural environment. The implementation of the potential ability of the natural environment to transfer one or another anthropogenic load without violating the main functions of ecosystems is currently impossible.

Keywords: Trans -Baikal Territory, anthropogenic impact, illegal cutting, fires, disturbance of territories.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ПИХТОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ РУДНОГО АЛТАЯ

А. А. Калачев, С. В. Rogovskiy, А. П. Новак, Е. В. Никулина,
А. Р. Кулдарбек, В. В. Rogovskaya

Алтайский филиал ТОО «КазНИИЛХА им. А. Н. Букейхана», г. Риддер

Аннотация. В статье представлены результаты изучения особенностей формирования и характеристик снежного покрова в пихтовых насаждениях Рудного Алтая. Распределение снежного покрова в пихтачах неоднородное и вызвано влиянием размещения деревьев, формы кроны и др. факторов. Средние показатели максимальной толщины снега по сезонам 2020–2021 и 2021–2022 гг. составляют, соответственно, $117,7 \pm 18,83$ и $158,3 \pm 18,93$ см. Максимальная плотность снега по периодам ($0,42$ и $0,34$ г/см³) наблюдается весной до момента полного схода снежного покрова. Максимальные запасы воды в снежном покрове в период 2020–2021 гг. наблюдались в первой декаде апреля и составили 277,4 мм, тогда как в 2021–2022 гг. — во второй декаде апреля с показателями 408,3 мм.

Ключевые слова: Рудный Алтай, пихтарники, снежный покров, формирование, характеристика.

Введение. Обширная территория на юго-западной периферии Алтае-Саянской горной лесорастительной области выделена в Западно-Алтайскую лесорастительную провинцию, а ее юго-западная часть — в особый регион — Юго-западный округ пихтовых лесов (Рудный Алтай). Большое количество осадков и значительный запас тепла способствуют развитию здесь своеобразной формации темнохвойных лесов — черневой тайги, где основной лесообразующей породой является пихта сибирская (*Abies sibirica* Ldb.). Пихтовые леса Рудного Алтая выполняют локальные, региональные и глобальные функции регулирования климата, защиты почвы и многие другие средозащитные функции. Они способствуют превращению поверхностного стока во внутрипочвенный, предохраняют почву от разрушений, препятствуют возникновению эрозионных процессов, разрушительных паводков, селей, лавин; регулируют гидрологический режим рек, ослабляя резкие колебания в подъеме воды и обмелеании водоемов в меженный период, защищают водоемы от загрязнения и заиления, способствуют улучшению качества воды. Снежный покров является важнейшим параметром климатической системы: благодаря высокой отражательной способности и низкой теплопроводности он играет важную роль в энергетическом балансе Земли, а накапливаемый в снежном покрове запас воды — в водном балансе [1]. Это один из основных показателей, характеризующих водорегулирующую функцию лесных насаждений. Несмотря на существующие противоречия в оценке влияния леса на снежный покров, существуют общие закономерности изменения снеготолщин в лесу с изменением возраста, полноты, состава, запаса

надземной фитомассы и других таксационных и биометрических показателей насаждений [8]. Запас воды в снежном покрове, наряду с осадками, является основным фактором формирования объема весеннего стока, поэтому детальное изучение закономерностей формирования, распределения и количественные оценки снеготолщин с дифференциацией по разным уровням организации геосистем представляют научный и практический интерес [2, 4–9, 11–16].

В 2021 году начаты работы по изучению влияния состава насаждений на гидрологические и водоохранные функции лесных насаждений в условиях Рудного Алтая. Одной из поставленных задач исследований является изучение влияния состава насаждений на снеготолщину, снеготаяние и основные характеристики снежного покрова. Экспериментальные исследования проводятся в пихтовых, осиновых, березовых насаждениях и кустарниковых сообществах. Результаты эксперимента будут способствовать формированию научно обоснованной региональной политики лесопользования, реализации принципов экосистемного управления лесами с использованием бассейнового подхода, определению норм оптимальной лесистости горных рек и являются определенным вкладом в улучшение понимания гидрологической роли темнохвойных лесов. В настоящей статье мы постарались проанализировать особенности формирования снежного покрова и его основных характеристик в пихтовых насаждениях.

Объекты и методика исследований. Объектом исследований является пихтовое насаждение на территории Журавлихинского лесничества коммунального государственного учреждения

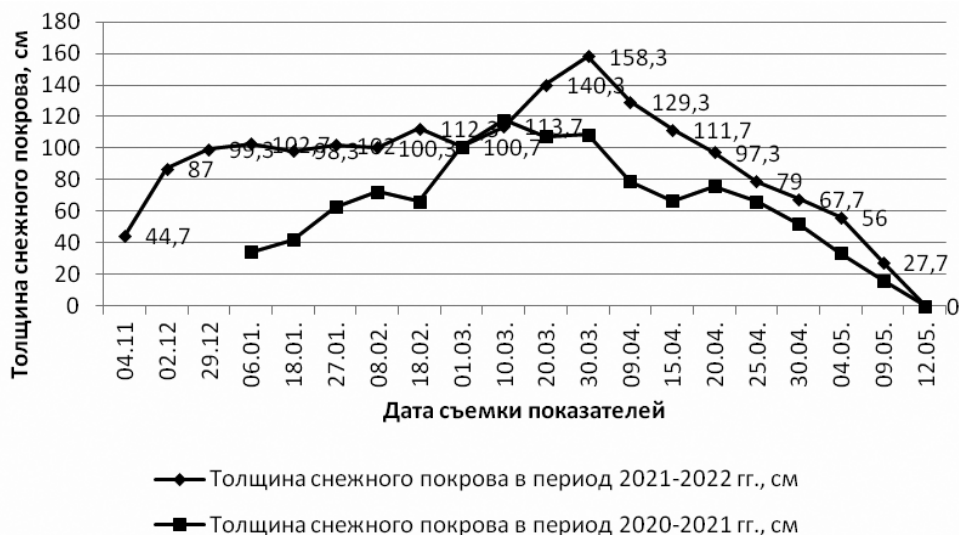


Рисунок 1 — Динамика толщины снежного покрова на мониторинговых площадках

«Риддерское лесное хозяйство» (далее по тексту — КГУ «Риддерское ЛХ»), в кв. 38, в. 18. Насажение произрастает в пределах водосборного бассейна реки Журавлиха на склоне западной экспозиции крутизной 15–20°.

Анализируя таксационную характеристику участка, можно отметить, что пихтовый древостой IV класса возраста имеет состав 8П2Б, средние показатели высоты и диаметра составляют, соответственно, 17,3 м и 20,7 см. Сумма площадей поперечных сечений составляет 16,57 м²/га (относительная полнота 0,72). Класс бонитета — III, тип леса -пихтач травяно-папоротниковый (ПТП) с общим запасом древесины 170 м³/га, в т. ч. пихты — 135 и березы — 35 м³/га. В подросте преобладает пихта сибирская высотой от 0,2 до 2,0 м, также встречается береза (*Betula pendula* Ledeb.) и осина (*Populus tremula* L.). Подлесок густой и представлен рябиной (*Sorbus sibirica* Hedl.), жимолостью (*Lonicera tatarica* L.), малиной (*Rubus idaeus* L.), бузиной (*Sambucus racemosa* L.), черемухой (*Prunus padus* L.), акацией (*Caragana arborescens* Lam.), смородиной (*Ribes rubrum* L.) и др. видами, равномерно произрастающих на участке. В живом напочвенном покрове преобладает широколиственное. Особенностью участка также является наличие сухостоя и валежника.

При проведении работ применялся камеральный, полевой и экспериментальный методы исследований. Работа на исследуемом участке включала ряд последовательных мероприятий: камеральный подбор и рекогносцировочный осмотр, закладка ППП, устройство стационарных мониторинговых площадок, наблюдение за снежным покровом, определение основных характе-

ристик снега. Наблюдения за снежным покровом осуществлялось на специально оборудованной стационарной мониторинговой площадке [3,10]. В ходе камеральной обработки результатов изучения снежного покрова вычислялись следующие показатели: средняя толщина снежного покрова без ледяной корки (h_c); средняя толщина снежного покрова с учетом средней толщины ледяной корки (h); средняя толщина ледяной корки (z_k); средняя плотность снега (g); запас воды в снеге (снегозапас), мм [3,10].

Результаты и обсуждение. Снежный покров изучался в снежные периоды 2020–2021 и 2021–2022 гг.

Динамика толщины снежного покрова. Снегомерные работы производились регулярно в течение сезона в установленные календарные сроки после образования устойчивого снежного покрова. В период максимальных показателей толщины снежного покрова была проведена маршрутная снегосъемка. На рисунке 1 показана динамика толщины снежного покрова в изучаемые периоды. Анализируя кривые толщины снежного покрова, приведенные на рисунке 1, можно отметить, что его накопление в пределах изучаемых периодов имеет существенные различия. Это проявляется не только в средних показателях максимальной толщины (117,7±18,83 см и 158,3±18,93 см), но и в в сроках образования устойчивого снежного покрова. Так, начало зимнего периода 2020–2021 гг. было малоснежным, тогда как в 2021–2021 гг. году средняя толщина снежного покрова 4 ноября уже составляла 44,7 см. Период максимальных показателей толщины снега по периодам также имеет различия — с 10 по 20 марта в период



Рисунок 2 — Толщина снежного покрова на мониторинговой площадке 10 марта 2021 года. а) под кроной пихты (74 см); б) в пристволовом сугробе (130 см); в) на опушке (150 см)

2020–2021 гг., тогда как пик максимальной толщины снежного покрова в 2021–2022 гг. наблюдался 20–30 марта. Это, конечно же, вызвано обильными осадками второй и третьей декады марта 2022 г.

Особенностью распределения снежного покрова в пихтовых насаждениях является неоднородность его толщины в границах ППП. На небольших опушках, между деревьями и непосредственно под кроной показатели различны. За счет задержания кронами твердых осадков, а затем их обвалов, для пихтарников характерно формирование пристволовых сугробов на границах крон деревьев. В окнах между деревьями и небольших опушках накапливается большее количество снега, чем непосредственно, вблизи ствола под кроной (рис. 2). Следовательно, залегание снежного покрова в пихтовых насаждениях можно охарактеризовать как неравномерное, с небольшими сугробами. Это подтверждается экспериментальными исследованиями: в 2020–2021 гг. в период максимальных значений толщина снежного покрова под кронами, на опушках и пристволовых сугробах составляла, соответственно, 65, 141 и 120 см. В 2021–2022 гг. показатели колебались от 123 см (под кронами), 150 см (в пристволовом сугробе) до 202 см — на опушках).

Таяние снега по изучаемым периодам имеет общую тенденцию — стабильное уменьшение толщины снежного покрова происходит после 30 марта, однако можно отметить более равномерное таяние в 2022 году. Это можно объяснить тем, что с момента начала таяния не было значительных

перепадов температур (сильных оттепелей или морозов), что повлияло на равномерность схода снежного покрова. Характер залегания снежного покрова, и непосредственно структура снега в течение снежного периода претерпевали изменения в соответствии с погодными условиями. В начале периода снег характеризовался, как свежий и пушистый; в малоснежный период (вторая декада января и до начала марта) — как старый снег плотный, и в период снеготаяния (весь апрель) — как переувлажненный (мокрый) снег с коркой на поверхности в ночные и утренние часы.

Под пологом пихтарников в течение периода снеготаяния также можно отметить его закономерности: нагрев ствола дерева и нижних частей кроны способствует более быстрому сходу снежного покрова непосредственно под пологом крон пихты, тогда как на опушках и пристволовых сугробах снег лежит более длительное время. Такая закономерность в динамике схода снежного покрова свидетельствует о том, что состав насаждений напрямую влияет на его распределение и сход. В насаждениях пихты из-за размещения деревьев, плотности кроны и полога создается особый микроклимат и температурный режим, при котором распределение твердых осадков зимой неравномерно, но весной расход влаги и процесс таяния проходит медленнее, что обеспечивает постепенный перевод поверхностного стока во внутрипочвенный. Также общей закономерностью является превышение периода накопления снега над периодом его таяния. Так, формирование снежного покрова до его максимальных значений происходит в течение 5 месяцев, тогда как период



Рисунок 3 — Динамика плотности снежного покрова на мониторинговых площадках



Рисунок 4 — Динамика снеготолщины на мониторинговых площадках

таяния составляет до 1,5 месяцев. Важность увеличения длительности периода таяния заключается в том, что накопленная в снеге вода постепенно перейдет во внутрипочвенный сток, и, не формируя верховодки, обеспечит медленное пополнение воды в реке.

Характеристика снежного покрова. Изучение основных характеристик снежного покрова осуществлялось путем определения плотности снега и запаса воды в снеге (снеготолщина). Эти работы проводились с помощью весового снегомера ВС-43М. На графиках рисунков 3 и 4 приведена динамика основных характеристик снежного покрова — плотности и снеготолщины.

Анализируя кривые графика, представленного на рисунке 3, можно отметить, что показатели плотности снега с увеличением его толщины пропорционально растут. Это просматривается на протяжении изученных периодов. Общая за-

кономерность — уменьшение плотности снежного покрова в период действия сильных морозов, когда происходит вымораживание воды из верхних слоев снега. Как было отмечено ранее, свежий выпавший снег в начале снежного сезона имеет самую низкую плотность — от 0,10 до 0,18 г/см³. Непосредственно под кроной пихт, несмотря на меньшие величины толщины снежного покрова, наблюдаются максимальные показатели плотности, которые прослеживаются на протяжении всего снежного периода.

В пристволовых сугробах и на опушках между деревьями величины плотности одинаковые — толщина снежного покрова на опушках нивелируется с массой осыпавшегося снега, в результате чего показатели сравниваются. Максимальная плотность снега по периодам (0,42 и 0,34 г/см³) наблюдается в весенний период до момента полного схода снежного покрова.

Данные графика, представленного на рисунке 4, свидетельствуют о том, что максимальные запасы воды в снежном покрове в пихтовом насаждении в период 2020–2021 гг. наблюдались в первой декаде апреля и составили 277,4 мм, тогда как в 2021–2022 гг. — во второй декаде апреля с показателями 408,3 мм. Это, конечно же, объясняется различием в толщине снежного покрова. Таким образом, при разнице максимальной толщины снежного покрова в 39 %, его снегозапас увеличивается на 47 %.

Неравномерность динамики показателей снегозапасов (особенно в марте и апреле) можно объяснить влиянием низких температур, следствием чего является вымораживание воды из верхних горизонтов снега и, соответственно, снижение запасов воды. Дополнением к вышеуказанным экспериментальным исследованиям снежного покрова являются материалы ежегодной снегосъемки, которая проводилась в период максимальных запасов снежного покрова. В 2021 году снегосъемка была выполнена 16 марта. Маршрутные ходы располагались по профилям пробной площади — в нижнем, среднем и верхнем. В нижней части ППП средние значения толщины снежного покрова составили $120,6 \pm 6,66$ см, тогда как в средней и верхней, соответственно, $113,7 \pm 4,23$ см и $115,0 \pm 6,53$ см. Данные показатели совпадают со средними показателями снегомерных реек на мониторинговой площадке.

В 2022 году, учитывая динамику текущих климатических показателей (резкое потепление), снегосъемку провели 10 марта 2022 года. Средние показатели толщины снежного покрова по нижнему, среднему и верхнему профилям ППП составили, соответственно, $116,3 \pm 3,77$ см, $108,7 \pm 4,71$ см и $110,7 \pm 5,81$ см. Обильные снегопады второй и третьей декады марта привели к значительному увеличению толщины снежного покрова (до 50 см) и превысили показатели, учтенные ранее при снегосъемке. Поэтому показателями снегосъемки 2022 года можно считать данные, полученные по снегомерным рейкам 30 марта 2022 года. Они составляли $158,3 \pm 18,93$ см. Что касается показателей плотности и запасов воды в снежном покрове, то максимальные значения они получили 9 апреля 2022 года. На основании полученной закономерности можно сделать вывод, что максимальные запасы воды в снежном покрове под пологом пихтовых насаждений в будущем можно определять по результатам ежегодной снегосъемки, проводимой в течение 7–10 дней после даты

с максимальной толщиной снега. Итоги снежных периодов 2020–2021 и 2021–2022 гг. позволяют наметить примерный срок проведения снегосъемки в условиях среднего горно-таежного пояса Рудного Алтая: третья декада марта — первая декада апреля.

Выводы

1. Процессы формирования снежного покрова в периодах 2020–2021 гг и 2021–2022 гг имеют существенные различия. Это проявляется не только в показателях максимальной толщины ($117,7 \pm 18,83$ см и $158,3 \pm 18,93$ см), но и в сроках образования устойчивого снежного покрова.

2. Особенностью распределения снежного покрова в пихтовых насаждениях является неоднородность его толщины. За счет задержания кронами твердых осадков, а затем их обвалов, для пихтарников характерно формирование пристволовых сугробов на границах крон деревьев. В окнах между деревьями и небольших опушках накапливается большее количество снега, чем непосредственно, под кроной.

3. Структура снежного покрова изменяется в соответствии с погодными условиями. В начале снег характеризуется как свежий и пушистый; в малоснежный период (вторая декада января и до начала марта) — как старый снег плотный и в период снеготаяния (весь апрель) — как переувлажненный (мокрый) снег с коркой на поверхности в ночные и утренние часы.

4. Показатели плотности снега с увеличением его толщины пропорционально растут. Максимальная плотность снега по периодам ($0,42$ и $0,34$ г/см³) отмечена весной до момента полного схода снежного покрова. Наблюдается уменьшение плотности снежного покрова в период действия сильных морозов, когда происходит вымораживание воды из его верхних слоев.

5. В период 2020–2021 гг. показатели запасов воды в снежном покрове в пихтовом насаждении составляли 277,4 мм, тогда как в 2021–2022 гг. — 408,3 мм. Таким образом, при разнице максимальной толщины снежного покрова в 39 %, его снегозапас увеличивается на 47 %.

6. Максимальные запасы воды в снежном покрове под пологом пихтовых насаждений в будущем можно определять по результатам ежегодной снегосъемки, проводимой в течение 7–10 дней после даты с максимальной толщиной снега. Срок проведения снегосъемки в условиях среднего горно-таежного пояса Рудного Алтая: третья декада марта — первая декада апреля.

Список литературы

1. Булыгина О. Н., Коршунова Н. Н., Разуваев В. Н. Мониторинг снежного покрова на территории Российской Федерации // Труды Гидрометцентра России. — 2017. — № 3 66. — С. 87–96.
2. Буренина Т. А., Онучин А. А., Станков В. Д. Распределение жидких и твердых осадков. Лесные экосистемы Енисейского меридиана. — Новосибирск: Издательство СО РАН, 2002. — 48–50.
3. Быков Н. И., Попов Е. С. Наблюдения за динамикой снежного покрова в ООПТ Алтае-Саянского экорегиона. Методическое руководство. Красноярск, 2011. — 65 с.
4. Калашникова О. Ю., Гафуров А. А. Использование наземных и спутниковых данных о снежном покрове для прогноза стока реки Нарын // Лёд и Снег. — 2017. — № 57, (4). — С. 507–517. DOI:10.15356/2076-6734-2017-4-507-517
5. Лебедев А. В. Гидрологическая роль горных лесов Сибири. Новосибирск: Наука, 1982. — 182 с.
6. Онучин А. А. Общие закономерности снегонакопления в бореальных лесах // Известия АН. Серия геогр. — 2001. — № 2. — С. 80–86.
7. Онучин А. А., Буренина Т. А., Фарбер С. К., Шишкин А. С. Экологические последствия рубок главного пользования в Нижнем Приангарье // Проблемы использования и охраны природных ресурсов Красноярского края. — Красноярск: изд-во. КНИИГиМС, 2007. — С. 34–43.
8. Онучин А. А. Причины концептуальных противоречий в оценке гидрологической роли бореальных лесов // Сибирский лесной журнал. — 2015. — № 2. — С. 41–54.
9. Онучин А. А., Гапаров К. К., Михеева Н. А. Влияние лесистости и климатических факторов на годовой сток рек Прииссыкулья // Лесоведение. — 2008. — № 6. — С. 45–52.
10. Осокин Н. И., Сосновский А. В. Пространственная и временная изменчивость толщины и плотности снежного покрова на территории России // Лёд и Снег. — 2014. — № 4 (128). — С. 72–80.
11. Попова, В. В., Ширяева, А. В., Морозова, П. А. Изменения характеристик снежного покрова на территории России в 1950–2013 годах: региональные особенности и связь с глобальным потеплением // Криосфера Земли. — 2018. — Т. XXII, № 4. — С. 65–75. DOI: 10.21782/KZ1560-7496-2018-4(65-75).
12. Шмакин А. Б. Климатические характеристики снежного покрова Северной Евразии и их изменения в последние десятилетия // Лёд и Снег. — 2010. — № 1. — С. 43–58.
13. Brown R. D., Derksen C. Is Eurasian October snow cover extent increasing? // Environment Research Letters. — 2013. — Vol. 8, Is. 2, article No. 024006. DOI: 10.1088/1748-9326/8/2/024006
14. Brun, E., Voinnet, V., Boone, A., Decharme, B., Peyngs, Y., Valette R., Karbou F., Morin S. Simulation of Northern Eurasian Local Snow Depth, Mass, and Density Using a Detailed Snowpack Model and Meteorological Reanalyses // Journal of Hydrometeorology. — 2013. — Vol. 14. — Pp. 203–219.
15. Onuchin A. A., Burenina T. A. The hydrological role of forests in Siberia // Trends in Water Research. — 2008. — NOVA. — Pp. 67–92.
16. Onuchin A. A., Burenina T. A. Climatic and geographic patterns of spatial distribution of precipitation in Siberia // Environmental change in Siberia: earth observation, fields Studies and modeling. Series «Advances in Global Change Research». — 2010. — Vol. 40. — Pp. 193–210.

Финансирование. Данное исследование финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (ИРН BR10263776).

Информация об авторах

КАЛАЧЕВ Андрей Александрович — доктор сельскохозяйственных наук, директор Алтайского филиала товарищества с ограниченной ответственностью «Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А. Н. Букейхана, г. Риддер, Республика Казахстан. Область научных интересов — лесоведение и лесоводство, экологические аспекты формирования, резистентность и возобновление лесов Рудного Алтая. E-mail: kalachev_75_los@mail.ru

REGULARITIES OF THE DISTRIBUTION OF SNOW COVER IN FIR PLANTATIONS OF RUDNY ALTAI

A. A. Kalachev, S. V. Rogovsky, A. P. Novak, E. V. Nikulina, A. R. Kuldarbek, V. V. Rogovskaya
Altai branch of KazNIILHA named after A. N. Bukeikhana, Ridder

Annotation. The article presents the results of studying the features of the formation and characteristics of snow cover in fir plantations of the Rudny Altai. The distribution of snow cover in fir forests is heterogeneous and is caused by the influence of tree placement, crown shape, and other factors. are, respectively, 117.7 ± 18.83 and 158.3 ± 18.93 cm. The maximum snow density by periods (0.42 and 0.34 g/cm³) is observed in spring until the moment of complete melting of the snow cover. Maximum water reserves in the snow cover in the period 2020–2021 were observed in the first decade of April and amounted to 277.4 mm, while in 2021–2022. — in the second decade of April with indicators of 408.3 mm.

Key words: Rudny Altai, fir forests, snow cover, formation, characteristics.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ Г. АЛМАТЫ

Б. А. Кентбаева¹, Н. Н. Бессчетнова², В. П. Бессчетнов², Е. Ж. Кентбаев¹

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан

²Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье представлены материалы по содержанию тяжелых металлов в разных слоях почвы в разных районах города Алматы. На состояние древесной растительности негативно влияет экологическое состояние мегаполиса. В городе ближе к центру можно наблюдать увеличение негативного воздействия техногенной среды, ухудшение состава атмосферного воздуха, ослабление древесной и другой растительности, ухудшение почвенных и климатических условий. С учетом экологического районирования необходимо проводить мониторинг насаждений и выбирать для озеленения наиболее устойчивые виды деревьев и кустарников. Высокая естественная способность поглощения и регулирования токсикантов, которые являются основными загрязнителями почв в городах, позволяет ожидать значительную адаптацию к данным условиям и устойчивость растений к химическому загрязнению тяжелыми металлами.

Ключевые слова: Алматы, экоучасток, боярышник, тяжелые металлы, ПДК.

Введение. Тяжелые металлы (ТМ), которые вошли в научную литературу в середине прошлого столетия под таким негативным названием, на современном этапе занимают уже второе место по степени опасности. В прогнозе они могут стать самыми опасными, и даже более опасными, чем отходы АЭС и твердые отходы. Загрязнение тяжелыми металлами связано с их широким использованием в промышленном производстве, в результате они попадают в окружающую среду, нанося огромный ущерб. Деятельность человека всегда сопровождается образованием многочисленных объемов отходов, в т. ч. и токсичных. Накопление в почве токсикантов и продуктов их взаимодействия с минеральными и органическими компонентами приводит к изменению ее химического состава и физико-механических свойств, в результате почва сама может стать токсичной средой для роста и развития растений. Излишек этих элементов или наличие некоторых особо токсичных элементов даже в очень незначительных количествах может вызывать угнетение и гибель растений [10]. Почвы и растения загрязняются тяжелыми металлами в результате работы автомобильного, железнодорожного и авиационного транспорта, а также различных предприятий промышленности. Например, свинец попадает в воздух и почву из выхлопных газов. Кадмий, свинец поступают в атмосферу при трении автопокрышек об асфальт [7]. Среди наиболее опасных токсичных элементов следует выделить свинец, кадмий, ртуть, цинк, относящиеся к первому классу опасности (ГОСТ 17.4.1.02–83) [3,8]. Вместе с тем следует иметь в виду, что тяжелые металлы в определенных концентрациях необходимы живому организму (микроэлементы). В связи

с этим следует различать ТМ по степени отрицательного влияния на организмы. Все микроэлементы могут оказывать отрицательное влияние на растения, если концентрация их доступных форм превышает определенные пределы. Некоторые тяжелые металлы, например, ртуть, свинец и кадмий, которые, по всей видимости, не очень важны для растений и животных, опасны для здоровья человека даже при низких концентрациях. Отрицательное влияние тяжелых металлов зависит, по существу, от их подвижности, т. е. растворимости. Миграция тяжелых металлов в почвах может происходить с жидкостью и суспензией при помощи корней растений или почвенных микроорганизмов. Миграция растворимых соединений происходит вместе с почвенным раствором или путем перемещения самой жидкости. Вымывание глины и органического вещества приводит к миграции всех связанных с ними металлов. Тяжелые металлы могут быть внесены или адсорбированы микроорганизмами, которые в свою очередь, способны участвовать в миграции соответствующих металлов. Дождевые черви и другие организмы могут содействовать миграции тяжелых металлов механическим или биологическим путями, перемешивая почву или включая металлы в свои ткани. Из всех видов миграции самая важная — миграция в жидкой фазе, потому что большинство металлов попадает в почву в растворимом виде или в виде водной суспензии и фактически все взаимодействия между тяжелыми металлами и жидкими составными частями почвы происходят на границе жидкой и твердой фаз [7,10]. Как мы уже указывали выше почва и растения являются основной средой, в которую попадают тяжелые металлы, в том числе из атмосферы и водной

среды. Стойкость почв к загрязнению тяжелыми металлами разная, в зависимости от их буферности. Почвы с высокой адсорбционной способностью и соответственно высоким содержанием глины, а также органического вещества могут удерживать эти элементы, особенно в верхних горизонтах. Важнейшее значение почв состоит в аккумуляровании органических веществ, химических элементов. Почвенный покров выполняет функции биологического поглотителя, разрушителя и нейтрализатора различных загрязнений.

Цель исследований — определение содержания тяжелых металлов в почвах трех экологических участков г. Алматы.

Объекты, условия и методы. Объектами исследования являлись почвы г. Алматы. Проведено обследование трех экологических участков на предмет накопления тяжелых металлов в корнеобитаемом слое почвы боярышников. Экологический участок № 1 — Алмалинский район г. Алматы, расположенный в центральной части города. Доля района в загрязнении атмосферы города составляет 3 %. Экологический участок № 2 — Жетысуский район г. Алматы, расположенный в северной части города. Вклад района в загрязнение атмосферы города составляет по последним данным 67.53 %. Экологический участок № 3 — Главный Ботанический сад, находящийся в Бостандыкском районе южной части г. Алматы (доля загрязнения административного района — 2.6 %), условия произрастания растений наиболее близки к природным экосистемам [11]. Внутри административных районов территория была условно разделена на зоны, характеризующихся контрастом по антропогенной нагрузке, по загрязненности и влиянию факторов среды: внутриквартальные, примагистральные, эталонные насаждения.

При описании лесопригодных свойств почвенного покрова г. Алматы необходимо отметить существенную разницу развития почв в естественных природных и городских условиях. Своеобразие городских почв определяется большим процентом привнесенных грунтов в значительной степени изменяющих физические и химические свойства первых, отсутствием растительного «отпада» на поверхности почв, что изменяет режим гумусообразования и содержания питательных веществ и микроэлементов, значительной долей заасфальтированных территорий и т. п. Структура почвенного покрова Алматы полностью определяется вертикальной зональностью: степная предгорная зона со следующими пояса-

ми: пояс высоких предгорий (прилавков) с черноземами (от 1000 до 1200–1400 м — Метеостанция Медео, высота н. у. м., 1528.8 м) и пояс предгорных темно-каштановых почв (от 750 до 1000 м — Метеостанция Алматы, ГМО, высота н. у. м. — 847.8 м). Черноземы занимают примерно нижнюю границу по пр. Аль-Фараби до поселка Каменское плато. От проспекта Аль-Фараби, а местами значительно ниже (примерно до пр. Райымбека) идут каштановые почвы, темнокаштановые почвы — основные почвы города (Метеостанция Алматы, аэропорт, высота н. у. м. — 673.9 м). Примерная граница сазовой полосы начинается от пр. Райымбека, а местами значительно ниже. Зональными почвами здесь являются лугово-каштановые и лугово-сероземные [13]. Почвы города в большинстве случаев пригодны для роста и развития древесных и кустарниковых пород, а если рассматривать лесорастительные свойства в пределах той или иной почвенной разности, то наблюдается их улучшение по мере продвижения от центра к окраинам.

Отбор листьев деревьев и кустарников для эколого-биологических исследований определения тяжелых металлов проводился методом средней пробы в конце вегетации с каждого вида на каждом участке. Отбиралось не менее 10 листьев с каждого дерева [9]. Содержание тяжелых металлов в листьях определялось способом сухой минерализации, основанным на полном разложении органических веществ путем сжигания проб растений в муфельной печи при контролируемом температурном режиме [2,6,7].

Глубина взятия пробных образцов почвы корнеобитаемого слоя боярышника: горизонт — 5 см и 40 см. Группировка почв по содержанию подвижных форм тяжелых металлов по И. Г. Вазнину [2]. Для анализа содержания тяжелых металлов в почвах — Zn, Cd, Pb- использовали атомно-абсорбционный спектрофотометр AA-7000 «Shimadzu» [1]. Атомно-абсорбционный спектрофотометр AA-7000 «Shimadzu» объединяет 2 системы коррекции фона: D2 метод (метод коррекции с помощью дейтериевой лампы) и SR метод (высокоскоростной метод коррекции по самообращенной линии), давая возможность выбрать подходящий метод для измерения образца. Содержание металлов определяется величиной интегрального аналитического сигнала и рассчитывали по предварительно установленной градуировочной зависимости. Подвижные формы соединений свинца, кадмия и цинка в по-

чве извлекали ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН 4.8. Отношение почвы к раствору 1:10, время взаимодействия 1 ч, метод определения атомно-абсорбционный. Статистическая обработка результатов исследований была проведена с применением современных методов анализа, статистической, математической и графической обработкой данных результатов эксперимента с использованием пакета компьютерных программ приложения Excel MS Office и Statistica 6.0 [4,12].

Результаты и обсуждение. Среднестатистические показатели содержания тяжелых металлов приведены в таблице.

Содержание свинца в корнеобитаемом слое почв боярышников примагистральных насаждений колеблется от 16.32 мг/кг — горизонт 5 см, 2 экоучасток, равный примерно кларку этого химического элемента в земной коре и до 4.34 мг/кг — горизонт 40 см, 1 экоучасток. Разность содержания свинца по двум экоучасткам составляет 3.8 раза. Наибольшее количество свинца содержится в почвах второго экоучастка, что в среднем по двум горизонтам составляет 12.28 мг/кг. Среднее содержание свинца в почвах первого участка равно 6.75 мг/кг, что почти в два раза меньше, чем в первом случае. Глубина взятия проб в случае со свинцом играет существенную роль, т. е. накопление свинца в верхнем горизонте почв оказывается максимальным. Почвы внутриквартальных насаждений характеризуются меньшим содержанием свинца в сравнении с примагистральными.

Общая картина распределения химического элемента по двум эко-участкам в основном идентична вышерассмотренному примеру, разность заключается лишь в количественном выражении. Максимальное накопление свинца выявлено на втором экологическом участке (горизонт 5 см), где уровень элемента составляет 6.26 мг/кг. В почвенном горизонте до 40 см количество накопленного токсиканта составляет 2.08 мг/кг. Эти значения указывают на большую загрязненность почв второго эко-участка, что подтверждается усредненными значениями по двум вертикальным горизонтам. Так, если среднее количество свинца в почвах внутриквартальных насаждений равно 2.52 мг/кг (по Алмалинскому району), то этот же показатель по второму эко-участку равен 4.82 мг/кг, что почти в два раза превышает значение по первому эко-участку. На фоне двух изучаемых эко-участков эталонный район оказывается относительно не загрязненным. Свинец

здесь выявлен лишь в верхнем горизонте почвы и его содержание оценивается в 1.9 мг/кг, а во втором горизонте (до 40 см) обнаруживаются только следы химического элемента. Общая характеристика почв трех эко-участков оценивается по содержанию свинца неоднозначно. Так, загрязненность почв Жетысуского района (второй эко-участок) оценивается как очень высокая в трех случаях из четырех и в одном как высокая.

Почвенные горизонты первого экологического района характеризуются относительно меньшим содержанием свинца и оцениваются как очень высокие (5 см — примагистральные почвы), высокие (40 см — примагистральные почвы) и средней степени загрязненности в двух случаях (внутриквартальные почвы). Почвы Главного ботанического сада содержат в вертикальных горизонтах значительно меньшее количество свинца, чем почвы Алмалинского и Жетысуского районов. Уровень загрязненности почв эталонного участка оценивается как умеренный в верхнем горизонте (5 см) и как фоновый на втором (40 см). Общностью накопления свинца в почвах всех экологических участков является то, что содержание элемента в верхних горизонтах больше, чем в нижних. Так, например, в 5 см припочвенном слое свинца содержится в среднем 3.72 мг/кг, а в 40 см горизонте — 3.61 мг/кг, что в 2 раза меньше.

Содержание кадмия в корнеобитаемом слое боярышников. Аккумулятивное поведение кадмия в примагистральных почвах имеет разнокачественные показатели и меняется в зависимости от экологических участков и почвенных горизонтов. Наибольшее количество кадмия обнаружено в 5 см слое почвы 2 экологического участка — 0.61 мг/кг и оценивается как средний уровень загрязненности почвы. Здесь же, на глубине почвы 40 см кадмия содержится 0.39 мг/кг, что в 1.5 раза меньше, чем в верхних горизонтах. В почвах Алмалинского района кадмия содержится в верхнем изучаемом горизонте почвы 0.47 мг/кг, что также оценивается как средняя загрязненность. Второй почвенный горизонт (40 см) показывает содержание кадмия на уровне 0.21 мг/кг — степень загрязненности умеренная. В отличие от примагистральных внутриквартальные почвы аккумулируют меньшее количество кадмия.

Почвы второго эко-участка содержат большее суммарное количество кадмия 0.67 мг/кг, по вертикальным горизонтам наличие данного элемента распространено следующим образом: 5 см — 0.32 мг/кг, 40 см — 0.25 мг/кг. Здесь виден характер

Содержание тяжелых металлов в корнеобитаемом слое почвы боярышников г. Алматы, мг/кг

№ участка	Химические элементы	Почвенный горизонт	M ± m, мг/кг	Cv, %	P, %	Лимиты, мг/кг	
						min	max
Экологический участок № 1	примагистральные насаждения						
	Свинец	5 см	9.15 ± 0.37	9.1	4.1	8.12	10.5
		40 см	4.34 ± 0.08	3.9	1.7	4.12	4.58
	Кадмий	5 см	0.47 ± 0.02	7.7	3.5	0.42	0.52
		40 см	0.21 ± 0.01	8.8	3.9	0.19	0.23
	Цинк	5 см	151.80 ± 3.62	5.3	2.4	142.1	165.6
		40 см	77.30 ± 2.20	6.4	2.8	68.3	81.4
	внутриквартальные насаждения						
	Цинк	5 см	2.97 ± 0.05	3.8	1.7	2.84	3.11
		40 см	2.08 ± 0.03	3.6	1.6	1.98	2.18
	Кадмий	5 см	0.24 ± 0.01	9.0	4.0	0.21	0.27
		40 см	0.15 ± 0.01	9.4	4.2	0.13	0.17
Свинец	5 см	65.40 ± 1.70	5.8	2.6	58.2	68.6	
	40 см	24.80 ± 0.58	5.2	2.3	22.3	25.8	
Экологический участок № 2	примагистральные насаждения						
	Свинец	5 см	16.32 ± 0.58	7.9	3.5	14.6	18.6
		40 см	8.24 ± 0.10	2.6	1.2	8.01	8.62
	Кадмий	5 см	0.61 ± 0.02	6.3	2.8	0.57	0.67
		40 см	0.39 ± 0.02	10.9	4.9	0.35	0.46
	Цинк	5 см	215.40 ± 6.07	6.4	2.9	188.2	225.3
		40 см	120.00 ± 2.05	3.8	1.7	112.1	125.2
	внутриквартальные насаждения						
	Свинец	5 см	6.26 ± 0.22	8.0	3.6	5.47	7.01
		40 см	3.37 ± 0.07	4.5	2.0	3.12	3.56
	Кадмий	5 см	0.32 ± 0.01	7.1	3.2	0.29	0.34
		40 см	0.25 ± 0.01	11.0	4.9	0.21	0.29
Цинк	5 см	179.20 ± 5.22	6.5	2.9	166.6	194.2	
	40 см	76.60 ± 1.91	5.6	2.5	70.6	83.4	
Экологический участок № 3	эталонные насаждения						
	Свинец	5 см	1.90 ± 0.06	7.4	3.3	1.7	2.1
		40 см	обнаружены следы химического элемента				
	Кадмий	5 см	0.06 ± 0.002	8.7	3.9	0.05	0.06
		40 см	0.01 ± 0.003	8.8	3.9	0.010	0.013
	Цинк	5 см	16.40 ± 0.65	8.8	3.8	14.3	18.3
40 см		6.65 ± 0.14	4.6	2.1	6.12	6.91	

распределения кадмия в основной корнеобитаемой зоне боярышника и это достоверно подтверждается литературными данными, что кадмий в большей степени аккумулируется корнями. Очевидное уменьшение динамики содержания кадмия с увеличением глубины почв говорит о снижении концентрации этого опасного химического элемента именно в зоне корневой системы и продвижение его в само растение и этот факт не умаляет губительного воздействия этого микроэлемента на боярышники. Кроме того, меньшее содержание кадмия на глубине 40 см может также и говорить

о том, что многие беспозвоночные, которые обитают в этом пространстве, концентрируют этот элемент в своих органах. По сравнению с рассмотренными экологическими участками эталонный является практически не загрязненным. Содержание кадмия в почвенных горизонтах ГБС очень незначительно. Так в 5 см слое изучаемый химический элемент обнаруживается в количестве 0.06 мг/кг, а уже в 40 см горизонте 0.01 мг/кг. Оба количественных показателя значительно ниже фонового загрязнения 0.1 мг/кг. Почвы ботанического сада содержат минимум изучаемого ток-

сиканта, что также объясняется меньшей загрязненностью расположения района и отдаленность посадок боярышника от магистралей, защита более высокими растениями и т. д.

Содержание цинка в корнеобитаемом слое боярышников. Для города Алматы характерно высокое содержание цинка, что особенно хорошо просматривается на фоне трех экологических участков. Большинство видов растений обладают толерантностью к избытку цинка в почве, но при больших концентрациях образуется хлороз, так как снижается усвоение других полезных микроэлементов (медь, железо). Содержание цинка оказывается не одинаковым. Как и предыдущих двух случаях изучения тяжелых металлов цинк характеризуется не равномерностью распределения по экоучасткам, по почвам, по типам насаждений и по почвенным горизонтам. В общей весовой доле, если содержание всех изучаемых четырех элементов взять за 100 %, то на цинк приходится большее количество: в 1 случае — первое место, в 3 случаях — второе, после железа. На глубине 40 см происходит уменьшение цинка почти в два раза (120 мг/кг). Общий уровень загрязненности тяжелым металлом оценивается как очень высокий, в Алмалинском районе содержание цинка меньше на втором экоучастке. Например, в вертикальной толще (5 см) содержание цинка находится на уровне 151.8 мг/кг, а в более нижнем слое (40 см) его содержание уменьшилось в два раза — 77.3 мг/кг. Таким образом, общее содержание цинка в примагистральных почвах характеризуется как очень высокое и в несколько раз превышает максимально допустимые нормы.

Внутриквартальные почвы аккумулируют меньшее количество цинка, чем примагистральные, что является вполне объяснимым фактом. Так в 5 см почвенном горизонте первого экоучастка — 65.4 мг/кг, в 40 см — 24.8 мг/кг (меньше в 2.6 раза). Уровень содержания цинка оценивается как очень высокий, почвы Жетысуского экоучастка содержат цинка значительно больше, чем Алмалинского. В 5 см слое почвы цинка содержится в количестве 179.2 мг/кг, что в 2.7 раза больше, чем в первом случае.

На глубине почвенной вертикали 40 см количество цинка уменьшилось в 2.3 раза — 76.6 мг/кг. Тот факт, что почвы второго экологического участка накапливают большее количество химических элементов, вполне объясним: во-первых, общее загрязнение в Жетысуском районе выше по горо-

ду (как мы неоднократно отмечали), во-вторых — здесь в большинстве случаев полосой пролегают сазовые участки почвы (глинистые с близким залеганием грунтовых вод), которые не позволяют вымываться цинку. В почвенном слое боярышников эталонного участка, где в основном проходят являющиеся основные для города каштановые и темно-каштановые почвы, цинка содержится заметно меньше, чем в почвах двух других изучаемых экоучастков. Так, в верхнем горизонте почвы (5 см) цинк обнаруживается в количестве 16.4 мг/кг, на большей же глубине взятия проб (40 см) — 6.55 мг/кг. По степени загрязненности почв эталонный участок является сравнительно благополучным для растительности, как содержащий цинк на среднем и слабом уровне. Следует отметить на усиление токсичности тяжелых металлов при их совместном воздействии на живые организмы в почве. Совместное воздействие цинка и кадмия оказывает в несколько раз более сильное ингибирующее действие на микроорганизмы, чем при такой же концентрации каждого элемента в отдельности. Если говорить о точности опытов по всем экспериментальным данным, то они не превышают 5 % уровень и находятся в границах допустимого. Коэффициент вариации в 55 % случаев имеет очень низкий уровень изменчивости в 45 % — низкий. Лимитные значения указывают на крайние варианты вариационного ряда и в большинстве своем это единичные значения. Максимальные и минимальные лимиты дают нам среднеарифметические данные по признаку, которые примерно соответствуют средним данным вариационного ряда.

Заключение. Таким образом, анализ загрязненности припочвенного слоя корней боярышников позволяет сделать однозначные выводы. Алматы все же не является промышленным центром, а та доля загрязнения атмосферного воздуха, которая на данный момент является довольно критической — следствие деятельности ТЭЦ и на 90 % автотранспорта. Итак, из исследуемых участков самым загрязненным является Жетысуский район Алматы — 2 эко-участок. По категориям посадок максимум загрязнения всеми видами изучаемых металлов обнаруживают примагистральные посадки обоих районов исследований. Почвы Главного ботанического сада обнаруживают минимальное количество исследуемых тяжелых металлов. В трех случаях из шести общее содержание тяжелых металлов не превышает фоновое загрязнение, а в остальных случаях оценивается как

средний и слабый уровень загрязнения. Накопление тяжелых металлов в верхних горизонтах почв (5 см) оказывается значительно большим, чем в более глубоких слоях (40 см). Почвы с высокой адсорбционной способностью и соответственно высоким содержанием глины, а также органического вещества могут удерживать эти элементы,

особенно в верхних горизонтах. Это свойственно карбонатным почвам и почвам с нейтральной реакцией. Здесь можно говорить, что накопление тяжелых металлов находится ближе к зоне распространения корневой системы боярышников, которые тем самым больше подвержены воздействию токсикантов.

Список литературы

1. Атомно-абсорбционный спектрофотометр AA-7000 «Shimadzu». Корпорация «Shimadzu», 2008. — С. 1–5 с.
2. Важенин И. Г. Методические рекомендации по изучению закономерностей рассеивания техногенных выбросов в окрестностях промышленных предприятий. — М.: Почвенный Институт им. В. В. Докучаева, 1987. — 24 с.
3. ГОСТ 17.4.1.02–83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения. Утверждено Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 17 декабря 1983 г. N 6107 дата введения установлена 01.01.85 (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 17.12.1983 N 6107, Переиздание: август 2008 г.). — М., 2008. — 5 с.
4. Додж М., Стинсон К. Эффективная работа: Excel 2002. Перевод с английского по лицензии MicrosoftPress. — СПб.: Питер, 2003. — 377 с.
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта [с основами статистической обработки результатов исследований]. — М.: Книга по Требованию, 2012. — 352 с.
6. Методика определения металлов в растениях. — М.: Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья им. Федоровского (ВИМС), 1991.
7. Николаевский В. С. Биологические основы газоустойчивости растений. — Новосибирск: Наука, 1979. — 278 с.
8. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. — СанПиН 2.3.2.1078–01. — Собрание законодательства Российской Федерации № 31, ст. 3295. — М., 2002 г. — 269 с.
9. Семакин В. П. Клоновая селекция в садоводстве. — М.: Колос, 1968. — 136 с.
10. Сергейчик С. А. Растения и экология. — Минск: Ураджай, 1997. — 224 с.
11. Установление целевых показателей загрязнения атмосферного воздуха в г. Алматы. — Алматы, 2008. — 197 с.
12. Халафян А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е издание. — М.: ООО «Бином Пресс», 2007. — 512 с.
13. Энциклопедия. — Алма-Ата, 1983. — С. 9.

Информация об авторах

КЕНТБАЕВА Ботагоз Айдарбековна — доктор биологических наук, профессор профессор кафедры лесных ресурсов и охотоведения, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан. Область научных интересов — лесосеменное дело, плантационное лесоразведение, лесные культуры, интродукция, автор 170 научных работ. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0969-9754>. E-mail: kentbayeva@mail.ru.

КЕНТБАЕВ Ержан Жунусович — доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры лесных ресурсов и охотоведения, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан. Область научных интересов лесосеменное дело, плантационные лесоразведение, лесные культуры, интродукция, автор 175 научных работ. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3308-1287>. E-mail: kentbayev@mail.ru.

БЕССЧЕТНОВА Наталья Николаевна — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — искусственное лесовосстановление, лесная селекция, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 167 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7140-8797>. e-mail: besschetnova1966@mail.ru.

БЕССЧЕТНОВ Владимир Петрович — доктор биологических наук, профессор заведующий кафедрой лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — лесная селекция, искусственное лесовосстановление, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 183 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5024-7464>. e-mail: lesfak@bk.ru.

CONTENT OF HEAVY METALS IN SOILS OF ALMATY

B. A. Kentbayeva¹, E. Zh. Kentbayev¹, N. N. Besschetnova², V. P. Besschetnov²

¹Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Republic of Kazakhstan

²Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

Annotation. The article presents materials on heavy metals in different soil layers in different districts of Almaty. The state of woody vegetation is negatively affected by the ecological state of the metropolis. In the city closer to the center you can see an increase in the negative impact of man-made environment, deterioration of atmospheric composition, weakening of wood and other vegetation, deterioration of soil and climatic conditions. Because of the ecological zoning, it is necessary to monitor stands and select the most sustainable tree and shrub species for planting. The high natural absorption and management capacity of toxicants, which are the main pollutants of soils in cities, can be expected to significantly adapt to these conditions and plant resistance to chemical contamination by heavy metals.

Keywords: Almaty, ecosite, hawthorn, heavy metals, PDK.

УДК 634.958:634.928

О ЛЕСОПРИГОДНОСТИ ЗЕМЕЛЬ ЗАСУШЛИВОЙ ЗОНЫ

А. С. Манаенков

Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук, Волгоград, Россия

Аннотация. Ошибки в оценке лесопригодности земель — одна из причин невысокой результативности лесоразведения на территории степных и полупустынных регионов. Цель работы — повысить ее объективность при проектировании технологий выращивания защитных лесонасаждений на основе данных изучения водного режима, роста и состояния древостоев *Pinus* на песках, *Quercus* и *Fraxinus* на слабо засоленных зональных почвах. Использовали методы численного, физического моделирования и таксации насаждений в натуре, математической обработки данных. Установлено, что надежным показателем лесопригодности земель является объем, стабильность по годам и биологическая эффективность доступной почвенной влаги в корнеобитаемом слое. По мере усиления засушливости климата и с возрастом насаждений значение свойств автоморфных почв снижается, их лесопригодность сближается и смещается на менее богатые и влагоемкие разности, на которых повышается стабильность влагообеспеченности и долговечность древостоя.

Ключевые слова: засушливая зона, автоморфные почвы, водный режим, рост и засухоустойчивость древостоев, лесопригодность, технология.

Введение. Согласно [17] потребность в защитных лесонасаждениях на сельскохозяйственных землях РФ оценивается в 7,02 млн га. Значительный объем работ предстоит осуществить и по лесовосстановлению на землях лесного фонда, расположенных на территории засушливых регионов. Однако, не смотря на более чем вековой опыт, результативность лесокультурных работ повсеместно невысокая, но особенно часто неудачи при создании насаждений случаются в поясе сухой степи и полупустыни. Основной причиной этого является отсутствие практики объективной оценки лесопригодности земель и низкая адаптивность технологий к лесорастительным условиям лесокультурных площадей [10].

Наиболее развиты лесотопологические классификации песчаных почвогрунтов. В их основе лежит тип почвы, степень ее дефлированности, глу-

бина залегания и минерализация грунтовой воды, потенциальная мощность ризосферы, стабильность насыщения ее влагой осадков холодного периода. При оценке лесорастительных свойств зональных почв плакоров лесостепи чаще всего используют эдафическую сетку Алексеева — Воробьева — Погребняка и ее модификации [15], а для степи и полупустыни — тип почвы и положение лесокультурной площади в рельефе [12]. Эти классификации подробно рассмотрены ранее [4,5,11], что освобождает от необходимости его повторения. Общим недостатком этих классификаций является их низкая чувствительность к изменению зонального фактора — увлажненности территории (годовой суммы осадков и испаряемости), которая существенно влияет на водный режим и питательные свойства автоморфных почвогрунтов.

Цель исследований — повысить объективность оценки лесорастительного потенциала земель засушливых регионов и усовершенствовать методические основы проектирования технологий производства лесокультурных и лесоводственных работ.

Объекты, условия и методы. Исследования водного режима ризосферы, питательности почвенного раствора и засухоустойчивости культур сосны проводились применительно к условиям автоморфных почв юга Русской равнины с неустойчивым атмосферным увлажнением (коэффициент вариации годовой суммы осадков — 14–30 %) на численных, лизиметрических моделях и в натуре — в насаждениях на песках Среднего Придонья и Терско-Кумского междуречья. Рост и состояние чистых и смешанных дубрав изучали в насаждениях государственной лесной полосы Пенза-Каменск на обыкновенных, южных черноземах и темно-каштановых почвах [14]; в насаждениях «промышленных дубрав» на светло-каштановой почве юга Приволжской, Ергенинской возвышенности, а также на каштановой и темно-каштановой почве Сало-Маньчской гряды [8,9]. Использовались методы математического, физического моделирования, почвенно-гидрологических исследований и лесной таксации насаждений с анализом ростовых процессов [1,13,16]. Системный анализ данных наблюдений выполнен с помощью компьютерной программы STATGRAPHICS 5/0 +/. Тесноту корреляций оценивали по Б. А. Доспехову [2].

Результаты и обсуждение. Расчеты показывают, что на юге Русской равнины в диапазоне условий «лесостепь — полупустыня» (норма атмосферных осадков 600–300 мм/год (HO_c) годовичные запасы доступной почвенной влаги ($Здв$) в 2-метровом корнеобитаемом слое (KC) сосны (*Pinus silvestris* L.) в основном являются функцией HO_c (зоны). При этом теснота их связи увеличивается от сильной — во влажные годы ($r = 0,67$), до прямой — в остро засушливые ($r = 0,997$). В средние годы $r = 0,89$. Влагоемкость KC в диапазоне рыхлый песок (3 % глины) — легкий суглинок (30 % глины) усиливает свое влияние в обратном направлении (от 2–3 % в засухи до 47 % в аномально влажные годы), а в большинстве случаев не превышает 13–14 % ($r = 0,36–0,37$). Влияние массы сырой хвои ($M_{хв}$) (с 7,5 до 25,0 т/га — производительности насаждений) на насыщение KC влагой незначительное. Оно составляет 2–7 % (в среднем около 5 %)

и снижается с ростом засушливости условий. То есть в этом направлении значение влагоемкости почвогрунта и рубок изреживания насаждений как факторов повышения $Здв$ становится менее существенным.

Одним из наиболее важных условий устойчивости лесных экосистем на автоморфных почвогрунтах является стабильность $Здв$ в их ризосфере по годам. Ее можно определить по отношению $Здв$ в аномально засушливый год ($Здв_{min}$) к запасу влаги, который формируется в аномально влажный год ($Здв_{max}$) на 95-процентном уровне значимости этих событий. Примерно, по вектору г. Москва (северная граница лесостепи) — г. Волгоград (полупустыня) этот показатель ($Здв_{min} / Здв_{max}$) уменьшается с 56–73 % до 25–31 %, т. е. более чем в два раза. На одной широте при одинаковой норме осадков — от низковлагодоемких песков к суглинистым почвам, и является в основном показателем зоны — динамичности атмосферного увлажнения территории (годовой суммы осадков) (в среднем, $r < 0,89$). Свойства почвы изменяют ее на 4–15 %, и тем меньше, чем суше климат.

Повышенный $Здв$ во влажные годы и его биологическая эффективность провоцируют формирование в молодняках сосны избыточной массы хвои ($M_{хв}$), необеспеченной достаточным количеством влаги при наступлении более засушливых лет, что создает опасность их необратимого распада. Из расчетов следует, что $M_{хв}$ в древостоях сосны и их производительность увеличиваются пропорционально росту HO_c и содержанию глинистых частиц в питающем слое. В острозасушливые и средние годы на параметры $M_{хв}$ сильнее воздействует HO_c ($r = 0,94$ и $0,81$), а влияние почвогрунта средней силы ($r = 0,31–0,33$ и $0,58$). Во влажные годы, напротив, значение влагоемкости и питательности KC резко увеличивается ($r = 0,81$), а HO_c снижается ($r = 0,57–0,58$). Это свидетельствует о росте опасности формирования избыточной массы хвои, особенно в молодняках на относительно тяжелых почвах острозасушливых регионов, при наличии которой в последующие менее влажные годы их влагообеспеченность снижается до критического уровня. В районах с $HO_c > 350$ мм на однофазных кварцевых песках при содержании физической глины > 3 %, напротив, в насаждениях не формируются запасы хвои, необходимые для образования либо сохранения сомкнутого полога (лесной среды). Т.е. рыхлые пески этих районов не пригодны для сплошного облесения.

Стабильность влагообеспеченности сосняков, определенная как отношение среднегодового запаса доступной влаги к физиологической потребности древостоя ($Здв_{cp} / \Phi n$), на 26–27 % обусловлена зоной, 27–28 % — свойствами почвогрунта и 44–45 % — массой хвои. Последнее доказывает возможность ее повышения рубками ухода.

При пороге устойчивости сосны к дефициту влагообеспеченности на уровне 50 % [3], за безопасную норму влагопотребления ($H_{вп}$) сосняками можно принять удвоенный $Здв_{min}$, формирующийся в наиболее засушливый год на необходимом уровне вероятности этого события. Она является показателем $НОс$ ($r^2 < 99\%$) и увеличивается с ростом содержания глины в КС. Т.е. от степи к лесным подзонам утяжеление состава почвы повышает эффективность биологической утилизации влаги лесными экосистемами. На песках ЕТР уже при $НОс$ около 500 мм/год $H_{вп}$ больше $Здв$ во все годы и сосняки не страдают от засухи. Напротив, в сухой степи и полупустыни во всем эдафическом ряду условий она в 1,7–2,1 раза меньше $Здв$ в наиболее влажные годы, культуры сосны обрастают хвоей и на связных песках — суглинках нуждаются в искусственном сокращении ее массы перед наступлением засушливых лет.

С определенным допущением, можно считать, что при значениях $Здв_{min} / Здв_{max}$ больше 0,5 зонально-эдафические условия следует относить к району устойчивого, а при меньших значениях — неустойчивого выращивания сосняков. Северная граница между ними на песках Русской равнины проходит по изолинии атмосферных осадков 420–450 мм/год, на легких суглинках — 520–570 мм/год. Особенно сложные лесорастительные условия для сосны складываются на территории, заключенной между изолиниями $НОс$ 400 и 300 мм/год ($Здв_{min} / Здв_{max} > 0,43$), и в молодняках сосны может формироваться $Мхв$ в 1,5–2,5 раза превышающая ее безопасный уровень.

Исследования влияния эдафического фактора на водный режим, рост и состояние сосновых молодняков на лизиметрах (металлические ящики с площадью поверхности 6,3 м² и объемом субстрата 13–15 м³, погруженные в грунт и снабженных краном для слива воды) проводились на четырех моделях (Л1–4) при $НОс$ 355 мм, испаряемости 720 мм (г. Волгоград), исходной (1993 г.) густоте насаждений (посадки 2-летних сеянцев) около 50 тыс./га, в разные по увлажнению 1993–2005 гг. [9]. Среднегодовая сумма осадков в этот 13-летний период составила 441 мм и была на 24 % боль-

ше $НОс$ (за холодный период — на 35 %, теплый — 17 %). По отношению к ней 1993/1994 и 1997/1998 г/г. были острозасушливыми. С 1999/2000 гг. по 2001/2002 и 2004/2005 гг. — умеренно влажными. Остальные годы — средними по обеспеченности осадками.

В 1994–1996 гг. на суглинке (Л4, глины 40 %) при большом начальном (буферном) запасе влаги сосна росла почти вдвое быстрее, чем на рыхлом однофазном неогеновом песке (Л1, глины 1 %), на 35–40 % — чем на связном песке (глины 5 % — продукт эоловой переработки светло-каштановой супесчаной почвы), с глубины 1 м подстилаемом неогеновым песком (Л2) и на 10–15 % — чем на гумусированной супеси (Л3, глины 17 %) [6,11]. В 1997–1999 гг., при питании влагой только осадков текущего г/г, различия в росте резко уменьшились. В 2000 г. прирост сосны в высоту ($Зтек.$) в Л1 и Л4 сравнялся за счет его усиления в насаждении на песке, меньше пострадавшем от засухи 1998 г.

В Л1 кульминация $Зтек.$ и $Мхв$ наступила уже в 1996 г. Сравнительно быстро ($Зтек.$ 17–32 см) она росла здесь всего пять лет. В последующие годы, и при повышенной влагообеспеченности, ее прирост не превышал 7–13 см, $Мхв$ 6–8 т/га, а средний возраст хвои 1,5 года. Однако угнетение роста не вызвало усыхание деревьев. Их сохранность до 13 лет составляла 100 %, а в 23 и 30-летнем возрасте, несмотря на сокращение в 2012–2016 гг. среднегодовой суммы осадков на 17–20 %, $Зтек.$ до 5–6 см, $Мхв$ до 4–5 т/га и сильно разомкнутый полог она оставалась на уровне 30 %.

На 2-фазном песке (Л2) рост сосны ускорился также на втором году жизни с кульминацией в 1996 г., но запас хвои был вдвое больше, чем в Л1. В следующие три года $Зтек.$ уменьшился. $Мхв$ в 1998 г. сократилась на 37 % (с 24,5 до 13 т/га), а летом 1999 г., благодаря хорошей весенней влагозарядке песка, она снова увеличилась на 19 %, и в летне-осеннюю засуху погибло еще 60 % растений. В 2000 г. ослабленное насаждение распалось.

В моделях на супеси и суглинке прирост в высоту и масса хвои увеличивались еще более стремительно.

В Л3 кульминация роста ($Зтек.$ = 49,5 см) наступила уже в 1995 г., а охвоенность деревьев достигла максимума ($Мхв$ = 33,2 т/га) в 1996 г. В 1997 г. запас буферной влаги закончился, погибло 20 % деревьев, на 27 % уменьшился $Зтек.$, на 10 % сократилась $Мхв$, и насаждение, без большого ущерба (погибло еще 7 % растений), перенесло засуху

1998 г. Депрессия роста сосны в 1999 г. ($Z_{тек} = 14$ см) сменилась его усилением в последующие годы и в 2001 г. $Z_{тек}$ достиг почти 40 см (в 2002–2005 гг., не смотря на закономерное уменьшение, он был в 2–2,5 раза больше, чем в Л1). Однако последовавшая засуха вызвала гибель и усыхание вершин еще у 6–8 % деревьев. К концу 2002 г. $M_{хв}$ уменьшилась на две трети от ее максимальной величины, и до 2006 г. почти не изменялась. К 2003 г. сохранность снизилась до 52 %, но состояние деревьев, начиная с 2003 г., стало несколько улучшаться: увеличился $Z_{тек}$, произошло замещение сухих вершин, что означало выход насаждения из кризиса. Однако очередная осенняя засуха 2005 г. ослабила, а летне-осенняя — 2006 г. вызвала гибель древостоя.

В насаждении на суглинке максимум прироста деревьев в высоту (56,8 см) и рекордная $M_{хв}$ (45,6 т/га) отмечены в 1996 г. Большая часть буферной влаги была израсходована. В следующем году $Z_{тек}$ уменьшился более чем на треть, погибло 7 % деревьев, но запас хвои почти не изменился. Засуха 1998 г. совпала с большой потребностью насаждения в питании, и оно пришло в критическое состояние. К осени этого года $M_{хв}$ уменьшилась на 25 %, усохло еще 10 % деревьев. В 1999–2000 гг., несмотря на повышенные суммы осадков, $Z_{тек}$ уменьшился почти до минимума (13 см), а охвоенность — до половины максимальной величины. Однако, в отличие от насаждения в Л1, влажные годы благоприятно отразились на состоянии древостоя: в 2001 г. $Z_{тек}$ увеличился вдвое (почти до 30 см). Однако из-за отсутствия дождей в июле-августе этого года осенью насчитывалось только 66 % живых деревьев, из них более трети суховершинных. После очередных засух отпад продолжился и в конце вегетации 2003 г. сохранилось всего 40 % живых деревьев, из которых половина имели сухие вершины. $Z_{тек}$ — уменьшился до 11 см, но $M_{хв}$ хвои на деревьях оставалась на уровне 8–10 т/га (как в лучшие годы в Л1), что обеспечивало возможность выхода насаждения из кризиса. В целом, в 7 лет средняя высота древостоя в Л2–4 была на 28, 44 и 57 % больше, чем в Л1. В 11 лет в насаждениях на супеси и суглинке она сравнялась. В 14 лет на супеси — достигла 4 м, что на 56 % больше, чем на рыхлом кварцевом песке, а средний возраст хвои в этих моделях не опускался ниже 2,0–2,5 лет.

Исследованиями на Арчедино-Донской арене с $НОс$ 370–400 мм установлено, что в 34-летнем насаждении на серопесчаной почве, развитой

на мощных отложениях кварцевого древнеаллювиального песка, корневая система сосны не проникает глубже 2,5–3 м, а высота древостоя в 2–2,5 раза меньше чем на участке при залегании грунтовой воды на корнедоступной глубине (> 3 м) [11]. На полиминеральных слоистых Терско-Кумских песках при той же $НОс$ рост сосновых культур прямо и тесно связан с мощностью и глинистостью $КС$ ($r = 0.89$ и 0.45), а его связь с шириной междурядий не прослеживается. Преимущество в росте и долговечности имеет сосна крымская, более требовательная к плодородию и менее отзывчивая на временное улучшение условий питания, а также более теневыносливая, чем сосна обыкновенная [7].

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее неблагоприятные для сосны условия складываются на рыхлых однофазных кварцевых песках и на подстилаемых ими с небольшой глубины относительно богатых глиной отложениях. Они улучшаются по мере утяжеления состава и корнепроницаемости почвогрунта, но создаются условия, при которых у пород-олиготрофов чрезмерно разрастаются ассимиляционные органы и снижается засухоустойчивость насаждений.

На плакорах степи и полупустыни со слабозасоленными суглинистыми почвами высоту дуба и ясеня в старовозрастных насаждениях определяет в основном $НОс$ ($r^2 = 70$ и 60 %), меньше — мощностью гумусового горизонта и гранулометрическим составом почвы. Так, утолщение гумусированного слоя с 0,3 до 0,7 м приводит к ее увеличению примерно на 20 %. Утяжеление состава суглинистой почвы, и, связанное с ним, снижение увлажняющей эффективности летних дождей, вызывает угнетение роста древостоя этих пород ($r = -0.63 \dots -0.97$), т. е. несколько снижает лесопригодность земель, особенно в наиболее засушливых районах.

С возрастом насаждений (в связи с формированием подроста ясеня, густого подлеска скумпии, жимолости, других кустарников или дернины степных трав) увеличивается продолжительность периода с высоким дефицитом почвенной влаги. Происходит сгущением почвенного раствора и усиливается угнетающее влияние хлоридов ($r = -0.44 \dots -0.51$), а негативное воздействие слоя скопления карбонатов, напротив, ослабевает ($r = -0.9 \dots -0.3$). С ростом увлажненности территории и мест произрастания (в потускулах) эти закономерности исчезают.

Наиболее долговечные лесонасаждения формируются при создании их по многолетнему пару и в русло образных понижениях, где концентрируется весенний и ливневый сток. Лучше растут чистые рядовые культуры дуба с междурядьями шириной 2,5–3 м и неплотным высотой 4–6 м отеняющим подлеском из самосева робинии, появившимся в среднем возрасте насаждений, а с увеличением густоты кустарникового яруса отмирание древостоя главной породы ускоряется.

Выводы. Основной причиной безлесья степных равнин, невысокой долговечности искусственных насаждений является повышенная динамичность их атмосферного увлажнения по годам, критическое снижение запаса почвенной влаги в КС и влагообеспеченности древостоя в засушливые годы.

Лесопригодность земель — интегральное биогеографическое явление. Под ним следует понимать способность почвогрунта потенциальной ризосферы в тех или иных условиях увлажнения удовлетворять потребность древостоя в водно-минеральном питании в период его быстрого роста при сомкнутом состоянии пологом, т. е. при наибольшем расходе на транспирацию и максимуме непродуктивного испарения влаги. Лесопригодность земель представляет собой градиентное поле с нарастающей индифферентностью эдафического вектора лесообразования с направлением засушливости климата и увеличением возрастом

насаждений. Сокращение нормы атмосферных осадков сближает лесорастительную эффективность почвогрунтов, вызывает смещение лесопригодности в сторону их менее влагоемких разностей.

В засушливых районах имеются лесопригодные и условно лесопригодные земли. На условно лесопригодных землях устойчивое лесообразование возможно только при содействии формированию и сохранению в насаждениях лесной среды. Наиболее важными показателями лесопригодности земель с автоморфными почвами является годичный объем (запас) доступной влаги в корнеобитаемом слое, его стабильность на протяжении жизненного цикла древостоя и биологическая эффективность (питательность) почвенного раствора.

Технология создания насаждений в засушливых условиях должна включать: подбор наиболее лесопригодных участков местности; влагонакопительную основную обработку почвы; создание чистых по составу насаждений относительно теневыносливых (плотнокронных), а на богатых глиной почвогрунтах — требовательных к плодородию и более засухоустойчивых пород средней густоты; агротехнические уходы до смыкания крон; периодическое бережное изреживание молодняков; содействие сохранению лесной среды в редующих среднего и старшего возраста древостоях.

Список литературы

1. Анучин Н. П. Лесная таксация. Учебник для ВУЗов, 5-е издание. М., Лесная промышленность, 1982. 552 с.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: «Колос», 1985. 423 с.
3. Зюзь Н. С. Культуры сосны на песках Юго-Востока. — М.: ВО Агропромиздат, 1990. — 155 с.
4. Манаенков А. С. Методика и нормативы оценки лесопригодности земель под массивное облесение в поясе неустойчивого увлажнения ЕТР. — М.: Росехозакадемия, 2001. — 35 с.
5. Манаенков А. С. О перспективе развития лесной типологии // Лесное хоз-во. — 2005. — № 5. — С. 27–29.
6. Манаенков А. С. Особенности водного режима корнеобитаемого слоя и засухоустойчивость культур сосны // Лесоведение, 2009. — № 2. — С. 52–61.
7. Манаенков А. С., Сурхаев Г. А., Сурхаев И. Г. Особенности облесения песчаных земель Терско-Кумского междуречья культурами сосны // Лесное хоз-во, 2010. — № 5. — С. 36–38.
8. Манаенков А. С., Костин М. В., Шкуринский В. А. Особенности роста и долговечности насаждений «дубрав промышленного значения» на зональных почвах сухостепного Придонья // Вестник Поволжского государственного университета. Серия «Лес. Экология. Природопользование». — 2013. — Вып. 2(18). — С. 5–17.
9. Манаенков А. С., Шкуринский В. А. Основные закономерности роста дуба в культурах на комплексных почвах плакоров сухой степи и полупустыни ЕТР // Материалы международной научно-практ. конф. молодых ученых и специалистов «Агролесомелиорация в 21 веке: состояние, проблемы, перспективы, фундаментальные и прикладные исследования» (октябрь 2015) / Волгоград: ВНИАЛМИ. — 2015. — С. 167–170.
10. Манаенков А. С. Развитие основ степного и защитного лесоразведения: теоретические, прикладные аспекты и задачи в современных условиях // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. — 2016. — № 2 (30). — С. 5–23.
11. Манаенков А. С. Лесомелиорация арен засушливой зоны. — 2-е изд. перераб. и доп. — Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2018. — 428 с.
12. Маттис Г. Я. Повышение устойчивости защитных лесных насаждений в экстремальных условиях произрастания // Лесное хоз-во. — 1999. — № 3. — С. 29–32.

13. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов. 1985 / под ред. Е.С Павловского и М. О. Долгилевича; ВАСХНИЛ. М., 112 с.

14. Методическое руководство по повышению долговечности широкополосных защитных лесных насаждений на юге европейской территории России / А. С. Манаенков [и др.]; ВНИАЛМИ. — Волгоград, 2013. — 56 с.

15. Мигунова Е. С. Лесная типология, школа В. В. Докучаева и вопросы географии. Разд. 2.2. — Харьков: Новое слово, 2009. — 302 с.

16. Родин А. Р., Мерзленко М. Д. 1984. Методические рекомендации по изучению лесных культур старших возрастов. М., 38с.

17. Стратегии развития защитного лесоразведения в Российской Федерации на период до 2025 года / К. Н. Кулик [и др.]; ВНИАЛМИ. — Волгоград, 2014. — 36 с.

Информация об авторах

МАНАЕНКОВ Александр Сергеевич — Заслуженный лесовод Российской Федерации, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник — заведующий лабораторией защитного лесоразведения и фитомелиорации низкопродуктивных земель Федерального научного центра агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, г. Волгоград. Область научных интересов — лесная топонимия, лесоразведение, лесная мелиорация. Автор 219 работ. ORSID <https://orcid.org/0000-0002-2084-2147>. E-mail: manaenkov1@yandex.ru

ON THE FOREST SUITABILITY OF DRY ZONE LANDS

A. S. Manaenkov

Federal Research Centre of agroecology, amelioration and protective afforestation
of Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia,

Errors in assessing the forest suitability of lands are one of the reasons for the low efficiency of afforestation in the steppe and semi-desert regions. The purpose of the work is to increase its objectivity when designing technologies for growing protective forest plantations based on data from studying the water regime, growth and condition of *Pinus* stands on sands, *Quercus* and *Fraxinus* on non-saline zonal soils. We used the methods of numerical, physical modeling and inventory of plantings in kind, mathematical data processing. It has been established that a reliable indicator of the forest suitability of lands is the volume, stability over the years and the biological efficiency of available soil moisture in the root layer. As the aridity of the climate increases and with the age of plantations, the value of the properties of automorphic soils decreases, their forest suitability approaches and shifts to less rich and moisture-intensive varieties.

Keywords: arid zone, automorphic soils, water regime, growth and drought resistance of forest stands, forest suitability, technology.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ХОД РОСТА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В ВЫСОТУ В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

С. В. Салин, А. А. Сотников

Центр защиты леса Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия

Резюме. В статье изложены результаты исследований физико-химические свойства почв, определяющие ход роста сосновых древостоев в высоту в различных лесорастительных и почвенных условиях Нижегородской области, предложены модели хода роста сосновых древостоев в высоту в зависимости от эдафических факторов. Работы проводились по общепринятой методике. Цель исследований — дать оценку физико-химическим свойствам почв и определить эффект их влияния на ход роста в высоту сосновых древостоев Нижегородской области. Объектами исследования служили почвы на участках, занятых сосновым лесом. Для установления влияния признаков и свойств почв на ход роста сосновых древостоев в высоту использовались корреляционный и регрессионный анализ, а также многофакторные уравнения с оценкой их достоверности по критерию Фишера (F), значимости коэффициентов регрессии по P -значению, информационной ценности — по коэффициенту детерминации (R^2). Получены результаты, по которым можно сделать выводы о том, что плотность сложения почвы влияет на ход роста сосновых древостоев в высоту на протяжении изученного периода их онтогенеза. Полученные результаты свидетельствуют о том, что к 40...50 годам сосновые древостои по мере развития корневых систем начинают осваивать питательные вещества материнских и подстилающих пород, а к возрасту 60 лет материнские и подстилающие породы становятся основой минерального питания сосны обыкновенной.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, сосновые леса, лесные почвы, типы лесорастительных условий, типы леса, физический песок, физическая глина.

Введение. По ходу роста древостоев в высоту можно судить о динамике их состояния в конкретных условиях местопроизрастания [40]. В свою очередь, физические и агрохимические свойства почв оказывают заметное влияние на темпы развития растений [49]. Исследование указанных процессов весьма важно для понимания закономерностей формирования продуктивности фитоценозов основных лесообразующих пород, в числе которых центральное место занимает сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) [28–30]. Она весьма широко распространена не только на территории Российской Федерации, в целом, но и в Нижегородской области [1–11, 14–19, 28–30], где образует высокопродуктивные леса, чистого и смешенного состава, имеющие большое хозяйственное значение. В соответствии с этим, её многостороннее изучение признается целесообразным и весьма перспективным [1–11, 14–19]. В региональном плане детально анализируется содержание и соотношение запасных веществ [16, 17, 23, 27], рассматривается состояние ксилемы [6, 13, 24], исследуется морфология [3, 10, 30, 32], пигментный состав [15, 18, 25] и водный режим [12, 19–21] хвои, репродуктивная сфера [2, 4, 5, 7, 28], определяется наследственная обусловленность таксационных показателей и общебиологических признаков [11, 33, 34, 36–38], оценивается селекционный потенциал плюсовых деревьев, сосредоточенных

на лесосеменных плантациях и в архивах клонов [9, 14, 26, 29], отрабатываются технологии создания лесных культур и производства посадочного материала [8, 35, 42, 44]. Известно, что физические свойства почв являются косвенными экологическими фактором, оказывающим непосредственное воздействие на их плодородие, которое, в конечном итоге, определяет многие характеристики как отдельных деревьев, так и их сообществ. Физические свойства почвы оказывают влияние на температурный режим, аккумуляцию и транспортировку влаги, кислорода, элементов питания, они передаются почве от материнской породы и практически не изменяются со временем, т. е. являются стабильным показателем [47]. От агрохимических свойств зависит плодородие почвы, т. е. её способность снабжать растения необходимыми элементами питания. К наиболее стабильным показателям агрохимических свойств почв относят емкость катионного обмена (ЕКО) [48].

Цель исследований — дать оценку физико-химическим свойствам почв и определить эффект их влияния на ход роста в высоту сосновых древостоев Нижегородской области.

Объекты, условия и методы. Для установления влияния признаков и свойств почв на ход роста сосновых древостоев в высоту использовались корреляционный и регрессионный анализ, а также многофакторные уравнения с оценкой их до-

стоверности по критерию Фишера (F), значимости коэффициентов регрессии по Р-значению, информационной ценности — по коэффициенту детерминации (R^2). Оценка результатов проводилась по стандартизованному коэффициенту регрессии, который показывает степень и направленность влияния вариации факторов на вариацию результативного признака, при отвлечении от сопутствующих вариации других факторов, входящих в уравнение [39].

Результаты и их обсуждение. В ходе проведенного регрессионного и корреляционного анализа были получены результаты, по которым можно сделать выводы о том, что плотность сложения почвы влияет на ход роста сосновых древостоев в высоту на протяжении изученного периода их онтогенеза. Особенно сильное влияние плотность сложения почвы оказывает в верхнем корнеобитаемом элювиальном горизонте (A_1A_2 (A_1)) ($r = -0,68 \dots -0,88$; $R^2 = 0,62-0,70$) и в низлежащих почвенных горизонтах B_2 и C ($r = -0,56 \dots -0,86$; $R^2 = 0,31-0,94$) по мере проникновения в них корневых систем сосны. В ювенильном периоде онтогенеза хода роста сосновых древостоев в высоту зависит, главным образом, от ЕКО в элювиальном горизонте A_1A_2 (A_1) ($r = 0,29-0,79$; $R^2 = 0,7-0,83$); с возрастом влияние ЕКО в горизонте A_1A_2 (A_1) на ход роста сосновых древостоев в высоту снижается. К 20-ти годам по мере наращивания корневой массы и освоения низлежащих почвенных горизонтов на ход роста сосновых древостоев в высоту начинает оказывать влияние содержание физической глины (ФГ) в горизонте B_2 во всех районах исследования ($r = 0,61-0,86$; $R^2 = 0,50-0,75$) и ЕКО в горизонтах B_2 и C ($r = 0,45-0,80$; $R^2 = 0,27-0,72$). К возрасту 40 лет снижается влияние содержания физической глины в горизонте B_2 на ход роста сосновых древостоев в высоту ($r = 0,60-0,69$; $R^2 = 0,41-0,53$) и начинает оказывать незначительное влияние на ход роста в высоту содержания физической глины в горизонте C при неглубоком его залегании ($r = 0,50-0,63$; $R^2 = 0,35-0,46$). Также увеличивается влияние ЕКО в горизонтах: B_2 и C ($r = 0,54-0,81$; $R^2 = 0,38-0,72$). Тогда можно сделать вывод о том, что к 40 годам сосновые древостои по мере развития корневых систем начинают осваивать питательные вещества материнских и подстилающих пород.

Максимального влияния на ход роста сосновых древостоев в высоту содержание ФГ в горизонте B_1 достигает к 60-ти годам ($r = 0,71-0,81$; $R^2 = 0,64-0,81$) и в горизонте C (D) ($r = 0,82-0,85$; $R^2 =$

$0,78-0,96$), также усиливается влияние ЕКО в горизонтах: B_2 и C ($r = 0,79-0,84$; $R^2 = 0,71-0,80$). Следовательно, можно предположить, что к 60-летнему возрасту сосна обыкновенная начинает активно осваивать элементы питания всего почвенного профиля, поэтому в возрасте свыше 60 лет происходит максимальное накопление фитомассы деревьев [46]. При оценке совокупного влияния почвенно-экологических факторов на потенциальную продуктивность сосновых насаждений был использован множественный регрессионный анализ, по результатам которого были отобраны ведущие показатели. Основываясь на выбранных факторах, мы смогли построить двухфакторные модели хода роста сосновых древостоев в высоту для лесорастительных районов (ЛРР) Нижегородской области [43]. На ход роста сосновых древостоев в высоту в ювенильном периоде (до 20 лет) достоверного влияния физических и агрохимических свойств почв не выявлено во всех районах исследования.

К возрасту 40–50 лет достоверная связь ($P > 0,05$) установлена между высотой древостоев и почвенно-экологическими факторами, такими как ЕКО иллювиальных горизонтов, содержание ФГ в иллювиальных горизонтах и в материнской породе, плотность горизонта B_2 , содержание фракций крупного и среднего песка в горизонте B_1 .

В Сосново-широколиственном ЛРР установлено влияние на ход роста сосновых древостоев в высоту в возрасте 40 лет содержания физической глины и ЕКО в горизонте B_2 , а также содержания фракции крупного и среднего песка (ПКС) в горизонте B_1 и физической глины в горизонте B_2 :

$$\text{Высота (40 лет)} = 6,3456 + 0,8887 \times \text{ЕКО}_{B_2} + 0,2759 \times \text{ФГ}_{B_2};$$

$$R^2 = 0,70; F(2, 17) = 19,60;$$

$$\text{Высота (40 лет)} = 18,4123 - 0,0641 \times \text{ПКС}_{B_1} + 0,2921 \times \text{ФГ}_{B_2};$$

$$R^2 = 0,62; F(2, 17) = 13,90.$$

В первом случае ведущим фактором, определяющим ход роста сосновых древостоев в высоту к возрасту 40 лет, является содержание физической глины в горизонте B_2 ($\beta = 0,551$). Следующим по значимости является ЕКО в этом же горизонте ($\beta = 0,456$). При содержании физической глины в горизонте B_2 25 % (средний суглинок) и ЕКО в горизонте B_2 13 мг.-экв. на 100 г. почвы высота сосновых древостоев в возрасте 40 лет может достигать 26 м. С уменьшением данных показателей,

высота сосновых древостоев падает. Данная зависимость, вероятно, связана с активностью корневой системы сосны обыкновенной в горизонте B_2 в период 20–40 лет. Указанный период в онтогенезе сосны связан с процессами интенсивного роста в высоту и последующей дифференциацией деревьев по росту и развитию (Луганский и др., 1996). Видимо поэтому сосна обыкновенная чувствительна к повышенному содержанию в горизонте B_2 физической глины, как источника элементов питания.

Во втором случае ведущим фактором, определяющим ход роста сосновых древостоев в высоту к возрасту 40 лет также выступает содержание ФГ в горизонте B_2 ($\beta = 0,583$). Содержание фракции ПКС в горизонте B_1 является менее значимым фактором ($\beta = -0,349$). При содержании ФГ в горизонте B_2 более 20 % (средний суглинок) высота сосновых древостоев превышает уровень в 22м. Увеличение содержания фракции ПКС в горизонте B_1 снижает темпы роста сосны в высоту. Вероятно, данный факт связан с режимом увлажнения, при котором в легких дренированных почвах идет более интенсивная миграция элементов питания в низлежащие горизонты, чем на почвах с тяжёлым гранулометрическим составом.

В возрасте 60 лет установлено достоверное влияние на ход роста сосновых древостоев в высоту ЕКО и содержания ФГ в материнской (горизонт С) или подстиляющей породе (горизонт D). В данном случае ведущим фактором уже выступает ЕКО ($\beta = 0,525$), а содержание ФГ уходит на второй план ($\beta = 0,504$). Данная тенденция свидетельствует о том, что для роста и развития деревьев сосны обыкновенной лимитирующим фактором является емкость катионного обмена, как основного показателя плодородия почв:

$$\text{Высота (60 лет)} = 23,0293 + 0,0723 \times \text{ЕКО}_C + 0,0501 \times \text{ФГ}_C;$$

$$R^2=0,80; F(2, 7) = 14,18.$$

Таким образом, можно сделать предположение о том, что к 60 годам корневая система сосны обыкновенной начала активно осваивать элементы питания материнской и подстиляющей пород. Данный факт также подтверждается однофакторным корреляционно-регрессионным анализом, результаты которого приведены выше.

В Приволжском сосновом ЛРР установлено влияние на ход роста сосновых древостоев в высоту в возрасте 40–50 лет ЕКО в горизонте B_2 и со-

держания ФГ в горизонте B_1 , а также содержания плотности сложения почвы (Р) в горизонте B_1 и содержания ФГ в горизонте С:

$$\text{Высота (50 лет)} = 10,4648 + 0,634 \times \text{ЕКО}_{B_2} + 0,4328 \times \text{ФГ}_{B_1}$$

$$R^2=0,44; F(2, 19) = 7,35.$$

Ведущим фактором, оказывающим наибольшее влияние на ход роста сосновых древостоев в высоту, является содержание ФГ в горизонте B_1 ($\beta = 0,523$). ЕКО в данный возрастной период немного уступает по значимости ($\beta = 0,503$). Максимальной высоты (свыше 30м) в возрасте 50 лет сосновые древостои могут достигать при содержании ФГ в горизонте B_1 более 30 % (средний суглинок) и ЕКО в горизонте B_2 более 12 мг.экв. в 100 г. почвы.

К 50-летнему возрасту проявляется влияние на ход роста сосновых древостоев в высоту плотности сложения в горизонте B_2 и содержания ФГ в горизонте С.

$$\text{Высота (50 лет)} = 51,4758 - 19,9992 \times P_{B_2} + 0,0936 \times \text{ФГ}_C;$$

$$R^2=0,48; F(2, 19) = 8,62$$

В данном случае ведущим фактором выступает плотность сложения почвы ($\beta = -0,471$), менее значимым — содержание ФГ в материнской породе. Увеличение содержания ФГ в материнской породе и снижение плотности почвы в горизонте B_2 влечёт повышение хода роста в высоту. Вероятно, это связано с требовательностью сосны обыкновенной к аэрации низлежащих почвенных горизонтов, в которых происходит основное минеральное питание растений.

Отмечаем также влияние на ход роста сосновых древостоев в высоту в возрасте 50 лет содержания ФГ в горизонтах B_1 и С (D).

$$\text{Высота (50 лет)} = 9,2958 + 0,461 \times \text{ФГ}_{B_1} + 0,1353 \times \text{ФГ}_{C(D)};$$

$$R^2=0,53; F(2, 19) = 10,70$$

Отмеченная зависимость свидетельствует о влиянии на ход роста сосновых древостоев в высоту дифференциации почвенных горизонтов по содержанию физической глины, что было ранее отражено в работе Н. М. Итешиной [41].

В Приветлужском елово-пихтовом ЛРР установлено влияние на ход роста сосновых древостоев в высоту в возрасте 50–60 лет ЕКО в горизонте B_1 и содержания физической глины в горизонте С, причем к 60 годам данное влияние усиливается.

В данный возрастной период на ход роста сосновых древостоев в высоту к 50 годам оказывает наибольшее влияние ЕКО в горизонте B_1 ($\beta = 0,603$), при меньшем влиянии содержания ФГ в горизонте С ($\beta = 0,585$), а к 60 годам ведущим фактором уже является содержание ФГ в горизонте С ($\beta = 0,702$) по отношению к ЕКО в горизонте B_1 ($\beta = 0,491$)^Λ

$$\text{Высота (60 лет)} = 14,2972 + 0,6345 * \text{ЕКО}_{B_1} + 0,1257 * \text{ФГ}_{C(D)};$$

$$R^2=0,98; F(2, 3) = 62,12$$

Вывод. Полученные результаты свидетельствуют о том, что к 40–50 годам сосновые древостои по мере развития корневых систем начинают осваивать питательные вещества материнских и подстилающих пород, а к возрасту 60 лет материнские и подстилающие породы становятся основой минерального питания сосны обыкновенной.

Список литературы

1. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методом многомерного анализа // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 2/326. — С. 58–64.
2. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная идентификация плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в кластерном анализе по параметрам шишек // Известия Оренбургского аграрного университета. — 2012. — № 3 (35). — С. 8–11.
3. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Комплексная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам хвои // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2012. — № 2 (24). — С. 88–91.
4. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по параметрам семян // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (14). — С. 3–11.
5. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по параметрам шишек // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 06. — С. 13–16.
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2 / 332. — С. 45–52.
7. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по морфометрическим параметрам семян // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2013. — № 3 (95). — С. 11–16.
8. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Горелов А. Н. Влияние технологического режима на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной при кассетном выращивании в теплицах // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / Под общей редакцией Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 87–93.
9. 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. Всеросс. (нац.) научно-практической конференции научно-педагогических работников и молодых ученых: г. Нижний Новгород, 28–29 апреля 2021 г. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2021. — С. 20–26.
10. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Орнатский А. Н. Параметры хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на лесосеменных плантациях Нижегородской области // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, Брянск, 2011 г. Выпуск 31. — Брянск: БГТА, 2012. — С. 105–108.
11. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Терешанцев Н. А. Варьирование угла крепления боковых побегов к стволу плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 23–32.
12. 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 международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2007 г. Вып. 17. — Брянск: БГТА, 2007. — С. 13–16.
13. Бессчетнова Н. Н. Скорость сезонного роста ксилемы в годичных побегах клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2008. — № 2 (59). — С. 4–10.
14. Бессчетнова Н. Н. Поликросс-тест в определении оценок общей комбинационной способности сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2009 г. / Под общ. ред. Е. А. Памфилова: Выпуск 22. — Брянск: БГТА, 2009. — С. 10–14.
15. Бессчетнова Н. Н. Содержание основных пигментов в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2010. — № 6 (75). — С. 4–10.
16. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала в побегах // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2010. — № 2 (9). — С. 49–56.

17. Бессчетнова Н. Н. Содержание водорастворимых сахаров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2011 г. Выпуск 28. — Брянск: БГТА, 2011. — С. 15–19.
18. Бессчетнова Н. Н. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов // Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии: Сборник научных статей. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2011. № 1 (1). — С. 56–65.
19. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по темпам водопотери хвои // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2011. — № 3 (79). — С. 36–41.
20. Бессчетнова Н. Н. Содержание сухого вещества в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2011. — № 5 (81). — С. 15–19.
21. Бессчетнова Н. Н. К методике определения периода критического обезвоживания хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2011. — № 2 (12). — С. 3–12.
22. Бессчетнова Н. Н. Корреляция показателей баланса воды и содержания сухого вещества в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (15). — С. 28–36.
23. Бессчетнова Н. Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 4/328. — С. 48–55.
24. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 07. — С. 9–14.
25. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.
26. Бессчетнова Н. Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев // Вестник Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2013. — № 07. — С. 11–15.
27. Бессчетнова Н. Н. Генотипическая неидентичность плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала // Известия Оренбургского аграрного университета. — 2013. — № 4 (42). — С. 20–23.
28. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2015. — 586 с.
29. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. — 382 с.
30. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. — 368 с.
31. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Индекс генотипического несходства плюсовых деревьев как критерий их совместимости на лесосеменных плантациях // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-тех. конф.: г. Брянск, 2016 г. Вып. 44. — Брянск: БГИТУ, 2016. — С. 13–16.
32. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Изменчивость морфометрических признаков хвои на клоновой плантации плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2017. — Том 21, № 2. — С. 198–206. DOI: 10.18699/VJ17.237
33. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Горелов А. Н. Рост клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной, отобранных в Нижегородской области по // Лесной вестник/Forestry bulletin. — 2021. Т. 25, № 4. — С. 5–14. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-4-5-14
34. 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: 10.21178/2079-6080.2022.2.18
35. 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
36. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Тютин А. Ю. Изменчивость количества боковых побегов в мутовках плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 33–41.
37. Горелов А. Н., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Таксационные показатели испытательных культур сосны обыкновенной в Нижегородской области // Актуальные проблемы лесного комплекса: / Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции, 1–30 ноября 2020 г. Выпуск 58. — Брянск: БГИТУ, 2020. — С. 87–90.
38. 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.

39. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении: Учебник. — М.: Колос, 1972. — 298 с.
40. Загребев В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев. — М.: Лесная промышленность, 1978. — 240 с.
41. Итешина Н. М. Сравнительная оценка производительности древостоев сосны и ели в зависимости от почвенно-гидрологических условий в Среднем Урале: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03. — Екатеринбург, 2004. — 24 с.
42. 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 60–62.
43. Куприянов В. Г., Веретенников С. С., Шишов В. В. Леса и лесное хозяйство Нижегородской области. — Нижний Новгород, Волго-Вятское кн. Изд., 1995. — 348 с.
44. 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: г. Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 72–74.
45. Луганский Н. А., Залесов С. В., Щавровский В. А. Лесоведение: Учебное пособие. — Екатеринбург: УГЛТА, 1996. — 374 с.
46. Мелехов И. С. Лесоведение: Учебник. — М.: МГУЛ, 2002. — 398 с.
47. Роде А. А., Смирнов В. Н. Почвоведение: Учебник для лесохозяйственных вузов. — М.: Высшая школа, 1972. — 480 с.
48. Чернавин А. С. Основы агрохимии: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. — М.: Просвещение, 1965. — 246 с.
49. Шлейнис Р. И. Почвенно-литологические факторы продуктивности сосновых насаждений Южной Прибалтики // Почвоведение. — 1987. — № 9. — С. 16–26

Информация об авторах

САЛИН Сергей Викторович — кандидат биологических наук, директор Центра защиты леса Нижегородской области, филиал Федерального бюджетного учреждения «Рослесозащита», г. Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов — экологические аспекты произрастания сосны обыкновенной в условиях лесной зоны Поволжья, автор более 20 научных публикаций. E-mail: czl152@rcfh.ru

СОТНИКОВ Антон Александрович — заместитель директора Центра защиты леса Нижегородской области, филиал Федерального бюджетного учреждения «Рослесозащита», г. Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов — экологические аспекты, защита и воспроизводство лесов Нижегородской области. E-mail: czl152@rcfh.ru

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SOILS THAT DETERMINE THE COURSE OF GROWTH OF PINE STANDS ON HEIGHT IN CONDITIONS OF NIZHNY NOVGOROD REGION

S. V. Salin, A. A. Sotnikov

Forest Protection Center of the Nizhny Novgorod Region, Nizhny Novgorod, Russia

Resume. The article presents the results of studies of the physico-chemical properties of soils that determine the course of growth of pine stands in height in various forest and soil conditions of the Nizhny Novgorod region, models of the course of growth of pine stands in height depending on edaphic factors are proposed. The work was carried out according to the generally accepted methodology. The purpose of the research is to assess the physico-chemical properties of soils and determine the effect of their influence on the course of growth in height of pine stands of the Nizhny Novgorod region. The objects of the study were soils in areas occupied by pine forest. Correlation and regression analysis, as well as multivariate equations with an assessment of their reliability by the Fisher criterion (F), the significance of regression coefficients by P-value, information value — by the coefficient of determination (R^2) were used to establish the influence of soil characteristics and properties on the growth of pine stands in the future. The results have been obtained, according to which it can be concluded that the density of soil composition affects the course of growth of pine stands in height during the studied period of their ontogenesis. The results obtained indicate that by the age of 40...50, pine stands, as root systems develop, begin to master the nutrients of the parent and underlying rocks, and by the age of 60, the parent and growing rocks become the basis of the mineral nutrition of the common pine.

Keywords: Scots pine, pine forests, forest soils, types of forest conditions, forest types, physical sand, physical clay.

ФИТОМАССА ХВОИ СОСНЫ В СВЯЗИ С ВЫБОРОМ БАЗЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В. А. Усольцев^{1, 2*} И. С. Цепордей¹, Д. В. Норичин³

¹ Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург, Россия,

² Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия,

³ ПАО «Сбербанк», Центр компетенций по аналитике, Екатеринбург, Россия

Резюме. В связи с имеющейся в литературе неопределенностью в проблеме изменения фитомассы лесов при климатических сдвигах, целью настоящего исследования было выявить, изменяются ли закономерности изменения фитомассы деревьев в градиентах температур и осадков при замене календарного диапазона осреднения температур. Используя авторскую базу данных о фитомассе деревьев лесообразующих видов Евразии, на примере фитомассы хвои сосны установлено, что замена периода осреднения средне-январских температур за период 1997–2006 годы периодом осреднения с 2010 по 2019 годы с календарным сдвигом на 16 лет не оказала значимого влияния на закономерность изменения фитомассы хвои в градиентах температур и осадков Евразии согласно принципу Либиха-Шелфорда.

Ключевые слова: двухвойные сосны, фитомасса хвои, базы данных, температура и осадки.

Введение. Нынешнее изменение климата связывают в основном с температурой и осадками, однако имеются существенные противоречия и неопределенности, связанные с оценкой названной стохастической зависимости с помощью как эмпирических, так и функциональных моделей [11,15,17,19]. Противоречивые результаты получены даже в пределах одного региона, влияние же названных климатических факторов на фитомассу и первичную продукцию древостоев отдельных древесных видов (родов) в трансевразийских климатических градиентах температуры и осадков по сей день неизвестно, поскольку имеющиеся сведения отрывочны и противоречивы [14,20,21,29]. В имеющихся публикациях, посвященных моделированию фитомассы лесов под влиянием одновременного действия температур и осадков, вклад названных переменных в объяснение изменчивости фитомассы, бывает либо несущественным, либо нулевым [20]. Это происходит, главным образом, вследствие локального или регионального уровня моделей, ограниченных, например, территорией Западной Европы [13]. По причине небольшого диапазона изменчивости температур и осадков в пределах Германии не было получено определенной зависимости биопродуктивности от климатических показателей даже для одного древесного вида [30]. В подобных случаях диапазон климатических переменных слишком узок, чтобы быть статистически значимым на фоне варьирования структурных переменных деревьев и древостоев. Согласно алгоритму множественного регрессионного анализа, чем шире диапазон изменчивости зависимых

и независимых переменных, тем устойчивее регрессионная модель.

Наиболее надежные результаты можно получить для территории всей Евразии, но тогда необходимо проводить анализ на уровне родов, как совокупностей викарирующих видов, территориально разобщенных под влиянием климатических особенностей. Наличие недавно сформированных баз данных о фитомассе деревьев и древостоев лесообразующих видов Евразии [24,25] позволило разработать систему чувствительных к изменению климата моделей, согласно которым фитомасса как деревьев, так и древостоев, изменяется в территориальных градиентах температур и осадков в соответствии с законом Либиха-Шелфорда [2]. В холодных регионах при повышении осадков фитомасса снижается, но по мере перехода к теплым регионам она характеризуется противоположным трендом. При повышении температуры во влажных регионах фитомасса увеличивается, но по мере перехода в сухие условия начинает снижаться. Это означает, что в условиях недостатка влаги любое повышение температуры усугубляет ее дефицит, и фитомасса уменьшается, а в условиях достаточного увлажнения повышение температуры вызывает эффект прямо противоположный. Во всех случаях впервые получило подтверждение действие закона Либиха-Шелфорда на трансконтинентальном уровне: при низком уровне осадков продукционный показатель лимитируется повышенной температурой, а при высоком уровне осадков — дефицитом тепла. Соответственно в теплых регионах продукционный показатель лимитируется

Статистики исходных данных модельных деревьев подрода *Pinus* L.

Обозначение статистик ⁽¹⁾	Анализируемые показатели ⁽²⁾					
	Dcr	H	Pf	T ₁	T ₂	PR
Mean	2,2	13,6	4,4	-15,3	-16,2	421
Min	0,4	1,7	0,02	-27,0	-25,5	190
Max	13,9	36,6	63,2	10,0	4,8	890
SD	1,5	7,4	6,4	6,0	6,7	149,0
CV, %	68,3	54,7	147,2	-39,1	-41,1	35,4
n	2022	2022	2022	2022	2022	2022

Примечания. ⁽¹⁾ Mean, Min и Max — соответственно среднее, минимальное и максимальное значения; SD — стандартное отклонение; CV — коэффициент вариации; n — число наблюдений; ⁽²⁾ Dcr — ширина кроны, м; H — высота дерева, м; Pf — фитомасса хвои в абсолютно сухом состоянии, кг; T₁ — средняя температура января согласно ресурсу [28] за период 1997–2006 годы °C; T₂ — средняя температура января согласно ресурсу [10] за период с 2010 по 2019 годы, °C; PR — среднегодовое количество осадков согласно ресурсу [28] за период 1997–2006 годы, мм.

недостаточным увлажнением, а в холодных — избытком влаги [5,6,26,27]. При этом была использована карта-схема территориального распределения средних январских температур. Обоснование использования средней январской температуры вместо среднегодовой, было дано в предыдущих публикациях [3,4].

Материалы баз данных были получены исследователями разных стран на пробных площадях в течение последних 50...60 лет. Территориальное распределение температур и осадков в Евразии складывалось в течение тысячелетий. Тем не менее, оно подвержено определенным флуктуациям под влиянием изменчивости погодных условий. Основной массив данных о фитомассе лесов Евразии был получен в период с 1960-х по 2010-е годы, а использованные в наших упомянутых работах климатические карты охватывают период конца 1990-х и начала 2000-х годов [28]. Существует неопределенность в вопросе: насколько важно соответствие между двумя периодами: один из них характеризует временной диапазон закладки пробных площадей для определения фитомассы, а второй отражает временной диапазон усреднения температур и осадков в качестве независимых переменных. Как отразится на полученных трансконтинентальных градиентах фитомассы деревьев и древостоев изменение календарного диапазона усреднения температур и осадков, мы не знаем. Кроме того, при количественной пространственно-временной оценке фитомассы в условиях изменения климата большие неопределенности создают неполные и некачественные данные об осадках, имеющие, в частности,

недостаточное пространственное наполнение [8,9,18,22,23]. Наборы данных об осадках, основанные на плохом пространственном их наполнении, приводят к существенной неопределенности, когда пробелы заполняются данными из разных источников на основе некоторых статистических данных по климатологии [9].

Цель исследования. В связи с изложенным, целью настоящего исследования было выявить, изменятся ли полученные ранее закономерности изменения фитомассы деревьев в градиентах температур и осадков при замене календарного диапазона осреднения температур. Для анализа мы взяли из показателей фитомассы лишь массу хвои двухвойных сосен, из всех фракций в наибольшей степени реагирующую на погодные условия в период взятия модельных деревьев. Эти локальные погодные условия создают для массы хвои наибольший необъясненный моделью остаточный «шум» по сравнению с другими фракциями, формируемыми за достаточно длительный период времени.

Объекты, условия и методы. Для сравнения был принят диапазон температур за период с 2010 по 2019 годы, взятый из ресурса [10]. Диапазон осреднения осадков оставлен без изменения согласно карте, взятой из ресурса [28]. Из сформированной базы данных о фитомассе 15330 модельных деревьев [24] было отобрано 2022 дерева с определениями фитомассы хвои, диаметра кроны и высоты дерева, характеристика которых дана в таблице 1.

Результаты и их обсуждение. Рассчитана чувствительная к изменению климата регрессионная модель (1).

$$\ln P_f = 24,427 + 1,8519(\ln Dcr) + 0,7832(\ln H) - 7,3929[\ln(T+50)] - 3,9093(\ln PR) + 1,0697[\ln(T+50)] \cdot (\ln PR) - 0,0634X;$$

$$adjR^2 = 0,817; SE = 0,77, \quad (1)$$

где X — бинарная переменная [1], кодирующая два источника получения данных о среднеянварских температурах: $X = 0$ соответствует источнику [28], где взяты температуры T_1 , и $X = 1$ соответствует источнику [10], где взяты температуры T_2 ; $adjR^2$ коэффициент детерминации, скорректированный на число переменных; SE — стандартная ошибка уравнения. Поскольку средняя температура января в высоких широтах имеет отрицательное значение, для ее логарифмического преобразования в модели (1) она модифицирована к виду $(T+50)$.

В результате расчета модели (1) установлено, что все регрессионные коэффициенты значимы на уровне $p < 0,05$ за исключением коэффициента при бинарной переменной X ($-0,0634$). Этот коэффициент оказался статистически не значимым по критерию Стьюдента: $t = 1,61 < t_{05} = 1,96$. Это означает, что замена периода осреднения среднеянварских температур за период 1997–2006 годы периодом осреднения с 2010 по 2019 годы с календарным сдвигом 16 лет не оказала значимого влияния на закономерность изменения фитомассы хвой в градиентах температур и осадков Евразии.

Геометрическая интерпретация модели (1) представлена на рисунке, полученном путем подстановки в модель (1) средних значений независимых переменных, приведенных в таблице. Мы видим, что зависимость фитомассы хвой у деревьев одинакового размера от температуры и осадков описывается трехмерной пропеллерообразной поверхностью. Она показывает, что ранее полученная всеобщая закономерность изменения фитомассы деревьев и древостоев лесообразующих родов Евразии при замене периода осреднения температур сохранилась: в холодных регионах по мере увеличения осадков фитомасса уменьшается, но по мере ее перемещения в теплые регионы она характеризуется противоположной тенденцией. По мере повышения температуры во влажных регионах биомасса увеличивается, но по мере перехода к сухим условиям начинает снижаться.

Вклады структурных (таксационных) и климатических переменных в объяснение изменчивости фитомассы деревьев и древостоев лесообразующих древесных родов варьировали незначительно и составили соответственно 82–83 % и 17–18 % [5,6,26,27]. В нашем случае это соотношение со-

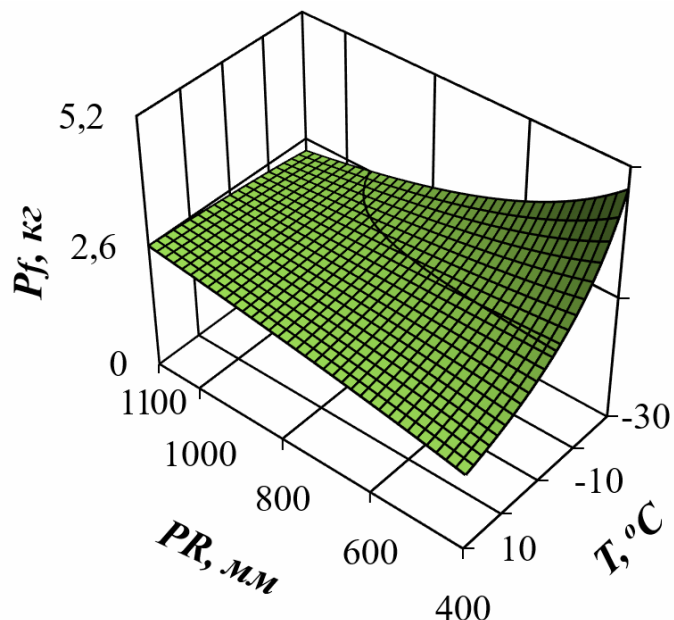


Рисунок — Расчетное согласно модели (1) изменение фитомассы хвой двухвойных сосен в связи с средней температурой января (T) и среднегодовыми осадками (PR)

ставило 91 % к 9 %, т. е. вклад климатических переменных в объяснение изменчивости фитомассы хвой оказался существенно ниже, чем средние вклады, средние по всем фракциям фитомассы, что, как выше отмечалось, происходит в связи с повышенной изменчивостью массы хвой по отношению к остальным фракциям.

Таким образом, основную долю объясненной изменчивости принимают на себя структурные переменные, а на долю климатических факторов приходится остаточная дисперсия, формируемая как климатическими, так и другими, факторами, учесть которые не представляется возможным. Причина состоит в игнорировании локальной лесотипологической изменчивости фитомассы и низком качественном уровне существующих баз данных, обусловленном разнообразием методов получения исходных данных о фитомассе деревьев и возможным наличием тривиальных ошибок в расчетах. Кроме того, играет роль их неравномерная представленность в разных климатических регионах, неточная привязка пробных площадей к климатическим картам вследствие интерполяционной процедуры, низкое разрешение используемых климатических карт и других источников, несоответствие между временем получения данных о фитомассе и временем составления климатических карт и баз климатических данных. Поэтому подтверждение или опровержение действия принципа лимитирующего фактора Либиха-Шелфорда в значительной мере зависит

от того, в каком соотношении в упомянутой остаточной дисперсии находятся климатические переменные и факторы, не учтенные в нашей всеобщей модели. В этой связи в дальнейших исследованиях предстоит проверить действие лимитирующего фактора на фитомассу деревьев и древостоев различных лесообразующих родов в трансконтинентальных климатических градиентах в связи с разными базами климатических данных (например, [7] или [12] и разными межгодовыми и сезонными периодами осреднения.

Заключение. Таким образом, на примере фитомассы хвои сосны установлено, что замена периода осреднения средне-январских температур за период 1997–2006 годы периодом осреднения

с 2010 по 2019 годы с календарным сдвигом 16 лет не оказала значимого влияния на закономерность изменения фитомассы хвои в градиентах температур и осадков Евразии. Однако, вследствие относительно низкой доли изменчивости фитомассы, объясняемой климатическими переменными по сравнению со структурными переменными, с одной стороны, и относительно высокой долей изменчивости фитомассы, в принципе не объясняемой структурой всеобщей модели, с другой стороны, требуется проведение аналогичных исследований в отношении различных лесообразующих родов в связи с разными базами климатических данных и разными календарными и сезонными периодами их осреднения.

Список литературы

- 1 Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. — М.: Статистика, 1973. — 392 с.
- 2 Розенберг Г. С., Рянский Ф. Н., Лазарева Н. В. и др. Общая и прикладная экология. — Самара-Тольятти: Изд-во Самарского гос. экон. ун-та, 2016. — 452 с.
- 3 Усольцев В. А., Цепордей И. С. Климатические градиенты биомассы насаждений *Quercus* spp. на территории Евразии // Сиб. лесн. журн. — 2020. — № 6. — С. 16–29.
- 4 Усольцев В. А., Цепордей И. С. Прогнозирование биомассы стволов сосновых деревьев естественных древостоев и лесных культур в связи с изменением климата // Сиб. лесн. журн. — 2021. — № 2. — С. 72–81.
- 5 Усольцев В. А., Цепордей И. С., Азаренок М. В. Климатически обусловленные пространственные и темпоральные изменения биомассы рода *Abies* spp. Евразии в контексте закона лимитирующего фактора // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX. № 5. — С. 392–400.
- 6 Усольцев В. А., Цепордей И. С., Данилин И. М. Модели фитомассы деревьев березы и осины для дистанционного зондирования в климатических градиентах Евразии // Лесоведение. — 2022. — № 5. — С. 451–460.
- 7 Climate Data Store (CDS) (<https://confluence.ecmwf.int/display/CKB/Climate+Data+Store+%28CDS%29>)
- 8 Dai A. Drought under global warming: a review // WIREs Climate Change. 2011. Vol. 2. P. 45–65.
- 9 Dai A., Zhao T. Uncertainties in historical changes and future projections of drought. Part I: Estimates of historical drought changes // Climatic Change. — 2017. — Vol. 144 (3). — P. 519–533.
- 10 Dark Sky — Hyperlocal Weather, версия 3.3.0 (<https://4pda.to/forum/index.php?showtopic=745166>).
- 11 Eggers J., Lindner M., Zudin S., Zaehle S., Liski J. Impact of changing wood demand, climate and land use on European forest resources and carbon stocks during the 21st century // Global Change Biology. — 2008. — Vol. 14. — P. 2288–2303.
- 12 Fick, S.E.; Hijmans, R. J. WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas // Int. J. Climatol. — 2017. — Vol. 37. — P. 4302–4315.
- 13 Forrester D. I., Tachauer I. H. H., Annighoefer P. et al. Generalized biomass and leaf area allometric equations for European tree species incorporating stand structure, tree age and climate // Forest Ecology and Management. — 2017. — Vol. 396. — P. 160–175.
- 14 Fu L., Sun W., Wang G. A. Climate-sensitive aboveground biomass model for three larch species in northeastern and northern China // Trees. — 2017. — Vol. 31. — P. 557–573.
- 15 Han S. H., Kim S., Li G. et al. Effects of warming and precipitation manipulation on fine root dynamics of *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc. Seedlings // Forests. — 2018. — Vol. 9. Article 14.
- 16 Heres A.-M., Polanco-Martinez J. M., Petritan I. C., Petritan A. M., Curiel Yuste J. The stationary and non-stationary character of the silver fir, black pine and Scots pine tree-growth-climate relationships // Agricultural and Forest Meteorology. — 2022. — Vol. 325. Article 109146.
- 17 Poudel B. C., Sathre R., Gustavsson L., Bergh J., Lundstrom A., Hyvonen R. Effects of climate change on biomass production and substitution in north-central Sweden // Biomass and Bioenergy. — 2011. — Vol. 35 (10). — P. 4340–4355.
- 18 Sheffield J., Wood E. F., Roderick M. L. Little change in global drought over the past 60 years // Nature. — 2012. — Vol. 491 (7424). — P. 435–438.
- 19 Shuman J. K., Shugart H. H. Evaluating the sensitivity of Eurasian forest biomass to climate change using a dynamic vegetation model // Environmental Research Letters. — 2009. — Vol. 4 (4). — P. 1–7.
- 20 Stegen J. C., Swenson N. G., Enquist B. J., White E. P., Phillips O. L., Jorgensen P. M., Weiser M. D., Mendoza A. M., Vargas P. N. Variation in above-ground forest biomass across broad climatic gradients // Glob. Ecol. Biogeogr. — 2011. — Vol. 20 (5). — P. 744–754.

- 21 Stromgren M., Linder S. Effects of nutrition and soil warming on stemwood production of a boreal Norway spruce stand // *Global Change Biology*. — 2002. — Vol. 8. — P. 1195–1204.
- 22 Sun Q., Miao C., Duan Q., Ashouri H., Sorooshian S., Hsu K.-L. A review of global precipitation data sets: Data sources, estimation, and intercomparisons // *Reviews of Geophysics*. — 2018. — Vol. 56. — P. 79–107.
- 23 Trenberth K. E., Dai A., van der Schrier G. et al. Global warming and changes in drought // *Nature Climate Change*. — 2014. — Vol. 4. — P. 17–22.
- 24 Usoltsev V. A. Single-tree biomass data for remote sensing and ground measuring of Eurasian forests: digital version. The second edition, enlarged. Yekaterinburg, Ural State Forest Engineering University; Botanical Garden, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, 2020. https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/9647/2/Base1_v2_ob.pdf
- 25 Usoltsev V. A. Forest biomass and primary production database for Eurasia: digital version. The third edition, enlarged. Monograph. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University, 2020. <https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/9648>.
- 26 Usoltsev V. A., Merganichova K., Konopka B., Tsepordey I. S. The principle of space-for-time substitution in predicting *Picea* spp. biomass change under climate shifts // *Central European Forestry Journal*. — 2022. — Vol. 68(3). — P. 174–189.
- 27 Usoltsev V., Zukow W., Tsepordey I. Climatically determined spatial and temporal changes in the biomass of *Pinus* sp. of Eurasia in the context of the law of the limiting factor // *Ecological Questions*. — 2022. — Vol. 33(1). — P. 15–23.
- 28 World Weather Maps, 2007. URL: <https://www.mapsofworld.com/referrals/weather/> [дата обращения: 15.06.2018].
- 29 Wilmking M., Juday G. P., Barber V. A., Zald H. S. J. Recent climate warming forces contrasting growth responses of white spruce at treeline in Alaska through temperature thresh-olds // *Global Change Biology*. — 2004. — Vol. 10. — P. 1724–1736.
- 30 Zeller L., Liang J., Pretzsch H. Tree species richness enhances stand productivity while stand structure can have opposite effects, based on forest inventory data from Germany and the United States of America // *Forest Ecosystems*. — 2018. — Vol. 5. — P. 4.

Информация об авторах

УСОЛЬЦЕВ Владимир Андреевич — доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Ботанический сад УрО РАН; профессор кафедры лесоводства, Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург. Область научных интересов — лесоведение, лесная таксация, фитогеография. Автор 875 научных публикаций, в том числе 42 монографий. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4587-8952>. E-mail: Usoltsev50@mail.ru

ЦЕПОРДЕЙ Иван Степанович — кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник, Ботанический сад УрО РАН, Екатеринбург. Область научных интересов — лесоведение, лесная таксация, фитогеография. Автор 97 научных публикаций, в том числе 4 монографий. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4747-5017>.

НОРИЦИН Денис Витальевич — ведущий исследователь данных, Региональный центр компетенций по аналитике, Блок «Корпоративно-инвестиционный бизнес» центрального аппарата ПАО «Сбербанк», Екатеринбург. Автор 15 публикаций по проблеме моделирования лесных экосистем.

PHYTOMASS OF PINE NEEDLES IN RELATION TO THE CHOICE OF A CLIMATIC DATABASE

V. A. Usoltsev^{1, 2*}, I. S. Tsepordey¹, D. V. Noritsin³

¹ Botanical Garden of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia,

² Ural State Forestry Engineering University, Russia,

³ PAO Sberbank, Analytical Competence Center, Yekaterinburg, Russia

Abstract. Due to the uncertainty in the literature in the problem of changes in forest phytomass due to the climatic shifts, the purpose of this study was to reveal whether the patterns of changes in tree phytomass in temperature and precipitation gradients change when the calendar range of temperature averaging is replaced. When using the author's database on the pine needle phytomass, it was found that the replacement of the averaging period of January temperatures for the period 1997–2006 with the averaging period from 2010 to 2019 with a calendar shift of 16 years did not have a significant impact on the regularity of the change in the phytomass of needles in temperature gradients and precipitation of Eurasia in accordance with the Liebig-Shelford principle.

Keywords: two-needled pines, needle phytomass, databases, temperature and precipitation.

Секция 4. Лесное и лесопарковое хозяйство, интродукция древесных и кустарниковых видов

УДК 581.192

БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ДЕКОРАТИВНЫЕ СВОЙСТВА КИЗИЛЬНИКА ЧЕРНОПЛОДНОГО (*COTONEASTER MELANOCARPUS FISCH. EX. BLYTT.*) В ОЗЕЛЕНЕНИИ НА ПРИМЕРЕ Г. АСТАНА

Е. Ж. Айшук, Д. Н. Сарсекова

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана, Казахстан,

Аннотация. В данной статье представлен анализ биологических и декоративных свойств растений рода кизильник на примере города Астана. По результатам сравнительного анализа биологических и декоративных свойств некоторых видов кизильника можно отметить преимущества кизильника черноплодного по следующей совокупности внешних признаков: высоте растения, плотности и сомкнутости кроны, группе физиономического типа, декоративности и плотности ствола и коры растения. Данная статья является обоснованием практической значимости диссертации: «Особенности размножения кизильника черноплодного (*Cotoneaster melanocarpus* Fisch.ex.Blytt.) в культуре *in vitro* в условиях Северного Казахстана», клонирование и размножение растений способствует получению большего посадочного материала с устойчивыми хозяйственными качествами.

Ключевые слова: кизильник черноплодный, древесные растения, биологические свойства, декоративные качества, озеленение.

Введение. Рост и развитие городов оказывает влияние на физическое и эмоциональное состояние здоровья человека. Исследователи, все больший интерес проявляют влиянию окружающей среды обитания на жителей городов. Процессы озеленения необходимо совершенствовать каждый год и внедрять новые виды декоративно биологически ценных растений [1]. Кизильники (*Cotoneaster*) — род неколючих кустарников, реже небольших семейства Розовых (*Rosaceae*). Название: происходит от греческого 'cotonea' — айва, 'aster' — имеющий вид, по сходству листьев айвы и одного из видов кизильника. Представители рода произрастают на Евразийском, Африканском и Американском континентах. Среди кизильников имеются листопадные, вечнозеленые и полувечнозеленые виды [2]. В Казахстане наиболее широкое распространение в естественной среде и в качестве декоративного озеленения распространены: кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* Schltdl.), кизильник горизонтальный (*Cotoneaster horizontalis* Decne.), кизильник черноплодный (*Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex.) [3]. В данной статье представлен анализ биологических и декоративных свойств некоторых видов кизиль-

ника, отдельно дано описание кизильника черноплодного (*Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex.) как декоративного растения.

Цель исследования — оценить биологические и декоративные свойства кизильника черноплодного (*Cotoneaster melanocarpus* Fisch. ex.) Blytt.) в озеленении на примере г. Астана.

Задачи исследования:

- 1) Анализ продолжительности жизни группы долголетики;
- 2) Оценка высоты растений, ствола, сомкнутости и плотности кроны;
- 3) Классификация по группе физиономического типа.

Объекты, условия и методы. Объектом исследования являются декоративные свойства растений рода кизильника. В ходе исследования использовался фенологический метод наблюдения. Совокупность внешних признаков (размеры и формы кроны, строение и окраска листьев, величина и окраска цветков и плодов и др.) определяют общую декоративность растений.

В зависимости от роста растений, сезонных изменений эти признаки и их перечень как правило изменяются. Листья играют наибольшую декора-

Биологические свойства и декоративные качества кустарников кизильника

№	Совокупность внешних признаков	Кизильник блестящий	Кизильник горизонтальный	Кизильник черноплодный
1	Продолжительность жизни	40–60 лет	40–60 лет	40–60 лет
2	Группа долговечности	долговечный	долговечный	долговечный
3	Высота растений	100–200 см	50–100 см	100–300 см
4	Диаметр кроны	2–3 м	0,5–1 м	2–3 м
5	Плотность кроны	плотная	средняя	плотная
6	Группа по физиономическому типу	Садового типа	Сухих сосновых лесов горного типа (стелющаяся)	Сосновые леса+горно альпийские
7	Ствол и кора	Шершавая, коричневая с налетом	Шершавая, серо-бурая	Голая, блестящая, красно-бурая

тивную роль в молодом возрасте. В дальнейшем ее заменяют красочные цветки и плоды растения. В среднем возрасте все декоративные качества растения достигают максимального эффекта. В старых посадках декоративный эффект создают величие ствола и крона растения [4].

Результаты и их обсуждение. Условия произрастания кустарников определяют их продолжительность жизни [5]. Урбэкология и застройки, пылевое загрязнение, автомобильные выхлопы, истощение почв увеличение асфальтовых и бетонных покрытий тротуаров сильно сокращают продолжительность жизни декоративных растений. В среднем продолжительность жизни всех трех

видов рода кизильника составляет от 40 до 60 лет (табл. 1).

Способность кустарников восстанавливать стволы от повреждений, и деформаций и их долговечность особенно важна для садово-парковых и защитных зеленых насаждений, по данному показателю род кизильника относится к долговечным.

Высота кустарника кизильника блестящего составляет — 100...200 см, что является относительно хорошим вариантом для декоративного озеленения среднего яруса, для создания полного плотного насаждения необходимо использовать и другие виды декор растений как на нижнем, так



Рисунок 1 — Кизильник черноплодный в декоративном озеленении ресторано-гостиничного комплекса Wyndham Garden Astana

и на верхнем ярусах. Высота кустарника кизильника горизонтального — 50...100 см, оптимально подходит для озеленения нижнего яруса живой изгороди, однако данный вид в отличие от своих родственников плохо поддается стрижке и оформлению.

Идеальным для создания живой изгороди или декоративного озеленения является кизильник черноплодный высотой от 100 до 300 см (рис. 1).

По параметрам диаметра и плотности кроны кизильник блестящий и черноплодный имеют одинаковые параметры 2–3 метра, высокой сомкнутости и плотности. По физиономическому типу все три вида кизильника разные: кизильник блестящий — садового типа, кизильник горизонтальный — типа сухих сосновых лесов, кизильник черноплодный —

типа — сосновых и горно-альпийских лесов [6]. По степени декоративности ствола и коры из перечисленных кустарников наиболее приемлемым является кизильник черноплодный, у которого кора голая без шероховатостей, блестяще красно-бурого цвета. У кизильников блестящего и горизонтального — шероховатая с коричневым и серо-бурым налетом соответственно.

Закключение. По результатам сравнительного анализа биологических и декоративных свойств некоторых видов кизильника можно отметить преимущества кизильника черноплодного по следующей совокупности внешних признаков высоте растения, плотности и сомкнутости кроны, группе физиономического типа, декоративности и плотности ствола и коры растения.

Список литературы

1. Артамонов В. И. Растения и чистота природной среды. — М.: Просвещение, 1981. — 174 с.
2. Горышина Г. К. Растения в городе. — Л.: ЛГУ, 1996. — 150 с.
3. Глухов М. М. Декоративные растения. — М.: Колос, 1974. — 303 с.
4. Бурмистров А. Н., Никитина В. А. Медоносные растения и их пыльца. — М.: Россельхозиздат, 1990. — 192 с.
5. Иванов Е. С., Туников Г. М., Прибылова Е. П., Суворова С. А. Кадастр полифильных растений. — Рязань: Московская полиграфия, 2009. — 200 с.
6. Iyyakkannu Sivanesan, Ju Yeon Song, Seung Jae Hwang, Byoung Ryong Jeong Micropropagation of *Cotoneaster wilsonii* Nakai — a rare endemic ornamental plant // Plant Cell, Tissue and Organ Culture. — 2011. — Vol. 105. — P. 55–63.

Информация об авторах

АЙШУК Едиль Жумабекович — докторант 2-го года обучения факультета лесного хозяйства, дикой природы и окружающей среды, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан. Область научных интересов — экологические реакции и биология древесных и кустарниковых пород, проблемы рационального использования лесных ресурсов и интенсификации лесного хозяйства Казахстана, автор 11 научных публикаций. E-mail: edil_94.03@mail.ru

САРСЕКОВА Дани Нургисаевна — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАМ, декан факультета лесного хозяйства, дикой природы и окружающей среды, заведующая кафедрой лесных ресурсов и лесного хозяйства, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, Республика Казахстан. Область научных интересов — экологические реакции и биология древесных и кустарниковых пород, проблемы рационального использования лесных ресурсов и интенсификации лесного хозяйства Казахстана, автор более 150 научных трудов. E-mail: d.sarsekova@kazatu.edu.kz

BIOLOGICAL AND DECORATIVE PROPERTIES OF THE COTONEASTER MELANOCARPUS IN LANDSCAPING ON THE EXAMPLE OF ASTANA

E. J. Aishuk, D. N. Sarsekova

Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, Astana, Kazakhstan

Annotation. This article presents an analysis of the biological and decorative properties of plants of the genus *cotoneaster* on the example of the city of Astana. According to the results of a comparative analysis of the biological and decorative properties of some types of *Cotoneaster*, it is possible to note the advantages of the *Cotoneaster melanocarpus* according to the following combination of external signs of plant height, crown density and closeness, physiognomic type group, decorative and density of the trunk and bark of the plant. This article is a justification of the practical significance of dysertation: «Features of reproduction of the *Cotoneaster melanocarpus* Fisch.ex.Blytt. in vitro culture in the conditions of Northern Kazakhstan», cloning and reproduction of plants contributes to obtaining more planting material with stable economic qualities.

Keywords: cotoneaster, woody plants, biological properties, decorative qualities, landscaping.

СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ СИРЕНЕЙ В ДЕНДРОЛОГИЧЕСКОМ САДУ ИМЕНИ И.М. СТРАТОНОВИЧА

Ю. Н. Ергина, Н. А. Бабич, О. С. Залывская

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова
Архангельск, Россия,

Аннотация. Данная статья посвящена фенологическим наблюдениям за сезонным развитием коллекции видов рода *Syringa* L. в дендрологическом саду имени И. М. Стратоновича в г. Архангельске. В своих исследованиях мы на основании фенонаблюдений представили следующие виды: *S. vulgaris* L., *S. velutina* Kom., *Syringa komarowii* C. K. Schneider, *S. Henryi* C. Schn., *S. villosa* Vahl., *S. zweginzowii* Koehne., *S. Emodi* Wall., *S. Wolffi* C. K. Schneider., *S. josikaea* Jacq. f., *S. amurensis* Rupr. за период 2010–2021 гг. Вегетационный период на Севере весьма короткий, поэтому особую важность приобретают такие фазы, как цветение, набухание почек, плодоношение, рост побегов, опадание плодов, осенняя окраска листьев, листопад. Наблюдаются виды сиреней как показатель степени соответствия ритма сезонного развития с климатическим ритмом района интродукции. При выявлении и изменении фенофаз использовался ряд литературных трудов Л. А. Колесникова (1952), П. И. Лапина (1968), П. М. Малаховца, В. А. Тисовой (1999), Н. А. Бабича (2008) и др. Фенонаблюдения за видами сиреней проводились по общепринятым методикам, используемым в ботанических садах России (регистрация сроков сезонных явлений, описательный метод). При оценке зимостойкости использована 7-балльная шкала, разработанная в отделе дендрологии ГБС. Результаты многолетних наблюдений выявили изменения фаз сезонного развития сиреней в начале и конце вегетации, разную их продолжительность.

Ключевые слова: интродукция, фенология, зимостойкость, *Syringa* L., вегетационный период, акклиматизация вида.

Введение. Высокие декоративные качества, красивая текстура коры, быстрый рост, большое число видовых и садовых форм ставят представителей рода *Syringa* L. в один ряд с наиболее ценными красивоцветущими кустарниками. Огромный вклад в развитие и исследование сиреней внесли отечественные учёные: Н. К. Вехов (1953), И. А. Комаров (1955), А. Н. Громов (1963), В. К. Горб (1985), Н. В. Полякова (2010). Среди зарубежных исследователей: J. Larsen (1993), В. Н. Howard (1998), С. P. Nickerson (1996). Особая роль в перспективной оценке использования видов сирени в ландшафтном строительстве отводится сезонному развитию, от которого зависит устойчивость данного рода к климатическим условиям произрастания в г. Архангельске [1]. Выполненная нами работа посвящена изучению динамики сезонного развития сиреней в условиях данного климатического района. В период 2010–2021 гг. на базе коллекции сиреней дендросада велись фенологические наблюдения. Актуальность исследования заключается в необходимости детального ознакомления с признаками наступления и окончания фенофаз у видов рода *Syringa* L.

Цель исследований — установить различия в фенологическом состоянии видов рода *Syringa* L., заложенных в дендрологическом саду г. Архангельска, на основе многолетних наблюдений.

Объекты, условия и методы. За период исследований в саду (2010–2021 гг.) даётся оценка интро-

дукции 10 видов растений рода *Syringa* L. в условиях дендросада: *S. vulgaris* L., *S. velutina* Kom., *S. komarowii* C. K. Schneider, *S. Henryi* C. Schn., *S. villosa* Vahl., *S. zweginzowii* Koehne., *S. Emodi* Wall., *S. Wolffi* C. K. Schneider., *S. josikaea* Jacq. f., *S. amurensis* Rupr. Арборетум САФУ является одним из старейших интродукционных пунктов на Севере (64°33' с.ш. и 40°32' в.д.) [5]. Виды получены семенным способом размножения из других ботанических садов в 1930-х гг. Для анализа обработаны архивные материалы с 1995 по 2021 гг. Климат района интродукции характеризуется частой сменой воздушных масс, что говорит о частых заморозках в период вегетации растений. Повреждение побегов может стать результатом таких явлений [6]. Для сирени характерна умеренная степень вымерзания однолетних и старых побегов, что не мешает ей обладать высокой побегопродуктивной способностью [2]. Наблюдения проводились для семи основных фенологических фаз, каждой из которых присваивается соответствующая оценка. Согласно методике П. М. Малаховца и В. А. Тисовой фенологические наблюдения проводились каждые пять дней в течение всего вегетационного периода [4]. Данные наступления и протекания сезонных фаз фиксируются в календарь сезонного развития растений. Оценку зимостойкости определяли по 7-балльной шкале, рекомендованной ГБС [3]. Цветение и плодоношение оценивались по шкале В. Г. Каппера от 0 до 5 [7].

Средние многолетние даты сезонного развития сиреней — начало вегетации

Год	Видовое название									
	<i>S. vulgaris</i> L.	<i>S. velutina</i> Kom.	<i>S. komarowii</i> C. K. Schneider	<i>S. Henryi</i> C. Schn.	<i>S. villosa</i> Vahl.	<i>S. zweginzowii</i> Koehne	<i>S. Emodi</i> Wall	<i>S. Wolffi</i> C. K. Schneider	<i>S. josikaea</i> Jacq. f.	<i>S. amurensis</i> Rupr.
2010	11.05.	07.05.	07.05.	05.05.	07.05.	11.05.	09.05.	07.05.	07.05.	07.05.
2011	30.04.	03.05.	03.05.	03.05.	11.05.	08.05.	08.05.	29.04.	12.05.	10.05.
2012	-	05.05.	10.05.	05.05.	14.05.	10.05.	12.05.	-	05.05.	10.05.
2013	-	14.05.	20.05.	15.05.	12.05.	08.05.	10.05.	-	10.05.	—
2014	-	14.05.	17.05.	14.05.	14.05.	14.05.	14.05.	-	14.05.	19.05.
2015	-	-	07.05.	-	07.05.	07.05.	07.05.	07.05.	07.05.	—
2016	-	25.04.	29.04.	22.04.	04.05.	29.04.	04.05.	29.04.	30.04.	25.04.
2017	-	12.05.	18.05.	18.05.	12.05.	15.05.	18.05.	12.05.	15.05.	18.05.
2018	16.05.	20.05.	10.05.	16.05.	10.05.	21.05.	20.05.	14.05.	16.05.	21.05.
2019	18.05.	19.05.	15.05.	15.05.	13.05.	20.05.	15.05.	15.05.	-	17.05.
2020	-	-	-	28.04.	-	-	-	28.04.	-	18.05.
2021	15.04.	15.04.	15.05.	19.04.	19.04.	15.04.	20.04.	19.04.	19.04.	19.04.

В соответствии с заданной целью для выявления динамики сезонного развития сиреней в условиях дендросада.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1) проанализировать многолетние фенологические наблюдения видов *Syringa* L.

2) Провести мониторинг за сезонным ростом и развитием изучаемой дендрофлоры.

3) Оценить зимостойкость изучаемых видов.

Результаты и обсуждение. Особенности фенологии сиреней имеют важное значение для устойчивости и акклиматизации в данных климатических условиях и сохранения их декоративности. Для определённого метода наблюдений стал календарь сезонного развития кустарников сиреней. По результатам наблюдений за 2010–2021 гг. набухание почек принято за начало вегетации, средние многолетние даты фенофаз представлены в таблице 1. За конец вегетации отмечается листопад, данные указаны в таблице 2.

Проанализировав фенонаблюдения по коллекции сиреней дендросада, мы выяснили, что в процессе изменения ритма развития сиреней-интродуцентов к климатическому ритму Севера значительно изменяются как сроки наступления, так и продолжительность фенофаз. Начало вегетационного периода характеризуется набуханием почек. У сирени данная фенофаза в среднем начинается 18 апреля. Раньше других видов начинает

вегетировать *S. Wolffi* C. K. Schneider. По результатам наблюдений сирень характеризуется показателем зимостойкости — I, что указывает на их высокий уровень адаптации.

Syringa L. цветет в саду в среднем с 15 мая по 25 июня. Среди раннецветущих видов выделяют: *S. vulgaris* L., *S. josikaea* Jacq. f., *S. Henryi* C. Schn. — в среднем 4 июня. К позднецветущим видам относятся: *S. Emodi* Wall. и *S. amurensis* Rupr. — 21 июня. Цветение сирени во многом зависит от метеорологических условий района исследования. На окончание фенофазы цветения у сирени также влияют условия произрастания и их видовые особенности. Продолжительное цветение зафиксировано у *S. komarowii* C. K. Schneider. — 22 июня.

Оценка плодоношения сирени проводилась с учётом таких показателей, как изменение окраски плодов, первые зрелые плоды и их массовое созревание. Высокая степень плодоношения отмечена у видов сирени в 2011 г. — *S. vulgaris* L., *S. villosa* subsp. *wolffi* C. K. Schneider, *S. josikaea* Jacq. f., в 2021 г. — *S. villosa* subsp. *wolffi* C. K. Schneider, *S. josikaea* Jacq. f. Данные виды характеризуются высоким, обильным плодоношением, для которых характерна оценка 4–5.

Конец вегетационного периода заканчивается листопадом. Начальный этап фенофазы у некоторых видов сиреней зафиксирован с 18 сентября. *S. villosa* Vahl., *S. Wolffi* C. K. Schneider. первыми сбрасывают листву. У остальных видов листопад

Средние многолетние даты сезонного развития сиреней — конец вегетации

Год	Видовое название									
	<i>S. vulgaris</i> L.	<i>S. velutina</i> Kom.	<i>S. komarowii</i> C. K. Schneider	<i>S. Henryi</i> C. Schn.	<i>S. villosa</i> Vahl.	<i>S. zweginzowii</i> Koehne	<i>S. Emodi</i> Wall	<i>S. Wolfi</i> C. K. Schneider	<i>S. josikaea</i> Jacq. f.	<i>S. amurensis</i> Rupr.
2010	-	18.10.	18.10.	13.10.	17.10.	04.10.	-	13.10.	15.10.	04.10.
2011	-	28.10.	24.10.	24.10.	17.10.	06.10.	24.10.	19.10.	24.10.	08.10.
2012	-	-	22.10.	22.10.	17.10.	11.10.	17.10.	22.10.	15.10.	08.10.
2013	-	14.10.	14.10.	14.10.	14.10.	11.10.	14.10.	11.10.	14.10.	18.10.
2014	18.10	-	-	26.10.	28.10.	15.10.	23.10.	26.10.	-	20.10.
2015	03.11.	20.10.	26.10.	16.10.	23.10.	02.10.	26.10.	30.10.	20.10.	16.10.
2016	30.10.	-	25.10.	20.10.	24.10.	24.10.	24.10.	24.10.	16.10.	27.10.
2017	26.10.	18.10.	10.10.	10.10.	26.10.	24.10.	26.10.	-	18.10.	16.10.
2018	02.11.	15.10.	08.10.	-	16.10.	26.10.	08.10.	26.10.	16.10.	15.10.
2019	30.10.	19.10.	17.10.	22.10.	19.10.	22.10.	17.10.	22.10.	26.10.	19.10.
2020	06.11.	20.10.	24.10.	20.10.	26.10.	20.10.	19.10.	20.10.	17.10.	23.10.
2021	08.11.	11.10.	08.10.	08.10.	08.10.	08.10.	11.10.	11.10.	10.10.	01.10.

приходится на период 1–15 октября. У *S. vulgaris* L. листва держится вплоть до первого снега.

Результаты наших исследований следующие:

1) Вегетационный период *Syringa* L. во многом зависит от климатических условий района произрастания.

2) Фенологические наблюдения в дендросаду имени И. М. Стратоновича в период 2010–2021 гг. показали, что наступление начальной и конечной фенофаз дендрофлоры значительно отличается из года в год.

Все виды рода *Syringa* L. адаптировались к климатическим условиям региона, начиная и заканчивая рост побегов за короткий промежуток времени, что важно для короткого северного лета. Исследования показали, что одним из важнейших факторов успешности интродукции в данном регионе является зимостойкость. Все исследуемые виды данной коллекции в основном устойчивы к морозам. Особенно высокой зимостойкостью отличаются дальневосточные виды — *S. Wolfi* C. K. Schneid., *S. amurensis* Rupr., *S. vulgaris* L. Подвергаются подмерзанию, но в целом устойчивы к низким температурам: *S. josikaea* Jacq., *Syringa zweginzowii*

Koehne. Согласно результатам фенологических наблюдений, начальные фазы вегетации у *Syringa* L. проходят в разное время. Большей длительностью вегетационного периода характеризуется *S. vulgaris* L. Полученные нами данные о сезонном развитии сирени свидетельствуют о хорошей акклиматизации видов к изменяющимся климатическим условиям и высоком уровне их адаптации.

Выводы

1. Проведенные фенологические наблюдения позволили уточнить оценку перспективности адаптации и выращивания видов рода *Syringa* L. в северных климатических условиях.

2. Более половины видов дендроколлекции сиреней оцениваются, как вполне зимостойкие. В зависимости от сроков цветения изучаемые породы делятся на раннецветущие, среднецветущие и позднецветущие.

3. За сравнительно многолетний срок изучения коллекции сиреней дендрологического сада среди них выявлены довольно устойчивые виды, которые мы можем рекомендовать в озеленении: *S. vulgaris* L., *S. josikaea* Jacq., *S. Wolfi* C. K. Schneid., *S. komarowii* C. K. Schneider.

Список литературы

1. Булыгин, Н. Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями / Н. Е. Булыгин. — Л.: ЛТА, 1979. — 96 с.
2. Деревья и кустарники СССР / Под ред. С. Я. Соколова. — М.; Л., 1949–1962. Т. I–VI.

3. Лапин П. И. Сезонный ритм развития древесных растений и его значение для интродукции // Бюл. Гл. ботан. сада. — 1967. — Вып. 65. — С. 13–18.
4. Малаховец П. М., Тисова В. А. Фенологические наблюдения за сезонным развитием деревьев и кустарников: Учебно-методическое пособие. Архангельск: Изд-во АГТУ, 1999. — 48 с.
5. Малаховец П. М. Дендрологический сад. — Архангельск: АГТУ, 2004. — 24 с.
6. Нилов В. Н. Развитие работ по интродукции древесных пород на Европейском Севере / В. Н. Нилов. — Архангельск: АИЛиЛХ, 1988. — С. 29–31.
7. Полякова Н. В., Путенихин В. П. Оценка декоративности сирени (*Syringa L.*) // Аграрная Россия. — 2013. — № 2. — С. 14–19.

Информация об авторах

ЕРГИНА Юлия Николаевна — аспирант кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск. Область научных интересов — интродукция древесных и кустарниковых пород, лесная селекция. Автор 2 научных публикаций. E-mail: iuliaergina@yandex.ru

БАБИЧ Николай Алексеевич — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, Архангельск. Область научных интересов — лесная селекция, семеноводство, интродуценты в зеленом строительстве, искусственное лесовосстановление в таёжной зоне. Автор 280 научных публикаций. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7463-2519>. E-mail: n.babich@narfu.ru

ЗАЛЫВСКАЯ Ольга Сергеевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск. Область научных интересов — древесные растения, интродукция, озеленение. Автор 55 научных публикаций. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-6295>. E-mail: o.zalivskaya@narfu.ru

SEASONAL DEVELOPMENT OF SYRINGA L. IN THE IN THE DENDROLOGICAL GARDEN NAMED AFTER I.M. STRATONOVICH

Y. N. Ergina, N. A. Babich, O. S. Zalivskaya
The Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov (SAFU),
Russia, Arkhangelsk

Annotation. This article is devoted to phenological observations of the seasonal development of the collection of species of the genus *Syringa L.* in the I. M. Stratonovich Arboretum Garden in Arkhangelsk. In our research, based on phenological observations, we presented the following species: *S. vulgaris L.*, *S. velutina Kom.*, *S. komarowii C. K. Schneider*, *S. Henryi C. Schn.*, *S. villosa Vahl.*, *S. zweginzowii Koehne.*, *S. Emodi Wall.*, *S. Wolffi C. K. Schneider.*, *S. josikaea Jacq. f.*, *S. amurensis Rupr.* for the period 2010–2021. The growing season in the North is very short, so such phases as flowering, bud swelling, fruiting, shoot growth, fruit fall, autumn leaf color, leaf fall are of particular importance. Lilac species are observed as an indicator of the degree of correspondence of the rhythm of seasonal development with the climatic rhythm of the area of introduction. A number of literary works by L. A. Kolesnikov (1952), P. I. Lapin (1968), P. M. Malakhovets, V. A. Tisova (1999), N. A. Babich (2008) and others were used to identify and change phenophases. Phenological observations of lilac species were carried out according to generally accepted methods used in botanical gardens of Russia (registration of the timing of seasonal phenomena, descriptive method). When assessing winter hardiness, a 7-point scale was used, developed in the Department of dendrology of the SBS. The results of long-term observations revealed changes in the phases of seasonal development of lilacs at the beginning and end of the growing season, their different duration.

Keywords: introduction, phenology, winter hardiness, *Syringa L.*, vegetation period, acclimatization of the species.

ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИЕ ГРИБЫ В НАСАЖДЕНИЯХ ЛЕСОПАРКА «ОЛИМПИК» ГОРОДА ВОРОНЕЖА

М. В. Кочергина

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова,
Воронеж, Россия

Аннотация. Дереворазрушающие грибы (ксилотрофы) являются возбудителями корневых и стволовых гнилей растущих деревьев. Поражённые экземпляры утрачивают устойчивость к ветру, представляют угрозу населению, зданиям и автомобилям. Целью исследований послужило изучение биоэкологических особенностей комплекса дереворазрушающих грибов в насаждениях лесопарка «Олимпик», как одного из наиболее посещаемых рекреационных объектов города Воронежа. Установлено, что комплекс ксилотрофов рассматриваемых насаждений образован 21 видом грибов, среди которых биотрофы незначительно доминируют над сапротрофами. Наибольшее число видов дереворазрушающих грибов отмечено на дубе черешчатом. К мероприятиям, направленным на снижение распространения в насаждениях лесопарка ксилотрофов и вызываемых ими гнилей, относятся мониторинг состояния насаждений, уход за деревьями и их индивидуальная защита.

Ключевые слова: лесопарк, дереворазрушающие грибы, биотрофы, сапротрофы, стволовые и корневые гнили, защитные мероприятия.

Введение. Одной из основных и наиболее опасных групп болезней в городских насаждениях и пригородных лесах, интенсивно посещаемых населением, являются гнили стволов, ветвей и корней деревьев, вызываемые дереворазрушающими грибами-ксилотрофами [2,3,4]. Заражённые деревья утрачивают устойчивость к ветру, являются аварийно-опасными, легко поддаются бурелому и ветровалу, тем самым представляя угрозу населению, зданиям и автомобилям. Ежегодно в нашем городе сообщается о случаях падения деревьев, поражённых стволовыми или корневыми гнилями, под воздействием порывистого ветра. Деревья могут падать целиком, когда корневая система выворачивается из грунта, может сломаться ствол на любой высоте, обломиться ветвь или часть кроны. Любое из таких падений несёт материальные убытки или трагедию [6]. Актуальность настоящей работы определяется необходимостью выявления подобных экземпляров деревьев на наиболее посещаемых объектах города Воронежа. Усугубляющим фактором для значительной части насаждений нашего города является их перестойность (возраст более 50 лет), что значительно снижает сопротивляемость к гнилям [8].

Цель исследований заключается в выявлении биоэкологических особенностей комплекса дереворазрушающих грибов в насаждениях лесопарка «Олимпик» города Воронежа.

Объекты, условия и методы. Лесопарк «Олимпик» представляет собой благоустроенный лесной массив, с проложенной дорожно-тропиночной сетью и лыжероллерными трассами. Предназначен для активного и прогулочного отдыха. Площадь

объекта 948 га. Расположен на северной границе Воронежа, на западе к территории объекта примыкает трасса А-143, с восточной стороны лесопарк выходит к Воронежскому водохранилищу, северная и южные границы представляют собой автомобильные дороги, ведущие к хутору Ветряк и посёлку Рыбачий. Особенностью лесопарка является расположение на его территории двух спортивных комплексов, что накладывает отпечаток на использование объекта и состояние насаждений. Территориально лесные насаждения «Олимпика» относятся к Правобережному лесничеству и имеют статус особо охраняемой природной территории, входя в состав государственного природного заказника областного значения «Воронежская нагорная дубрава». Это территория междуречья рек Дон и Воронеж. Растительные ассоциации представлены естественной дубравой и байрачными сообществами. Куртинные сосняки имеют искусственное происхождение. В древесном ярусе преобладает дуб черешчатый и его спутники.

Основным методом исследований являлось натурное обследование насаждений. При натурной таксации насаждений использовался глазомерно-измерительный метод. На территории лесопарка закладывались пробные площади, на которых проводился пересчёт деревьев. Временные пробные площади закладывали в наиболее типичных участках насаждений, с усреднёнными показателями. Определение видов грибов-ксилотрофов проводили по плодовым телам и мицелиальным образованиям [1,5,7].

Результаты и обсуждение. Исследования, проведённые на территории лесопарка «Олимпик», выявили нарушенную биологическую устойчи-

Видовой состав ксилотрофов в насаждениях лесопарка «Олимпик»

№ п/п	Вид гриба, распространённость (%)	Порода	Тип субстрата	Экологическая группа
1	Плоский трутовик – <i>Ganoderma applanatum</i> , < 10 %	Клён остролистный, липа мелколистная	Живые деревья	Биотроф
2	Ложный дубовый трутовик – <i>Phellinus robustus</i> , 18 %	Дуб черешчатый	Живые деревья	Биотроф
3	Дубовая губка – <i>Daedalea quercina</i> , 10 %	Дуб черешчатый	Живые деревья, лесной отпад (ветровал)	Факультативный биотроф
4	Опёнок осенний – <i>Armillaria mellea</i> , 10 %	Дуб черешчатый, клён остролистный, липа мелколистная	Живые деревья, лесной отпад	Факультативный биотроф
5	Печеночница обыкновенная – <i>Fistulina hepatica</i> , <5 %	Дуб черешчатый, ясень обыкновенный	Живые деревья, лесной отпад (валежник)	Факультативный биотроф
6	Серно-жёлтый трутовик – <i>Laetiporus sulphureus</i> , 10 %	Дуб черешчатый	Живые деревья	Биотроф
7	Кленовый трутовик – <i>Oxyporus populinus</i> , 10 %	Клён остролистный	Живые деревья	Биотроф
8	Ложный трутовик – <i>Phellinus igniarius</i> , 5 %	Вяз гладкий	Живые деревья	Биотроф
9	Берёзовая губка – <i>Piptoporus betulinus</i> , 10 %	Берёза повислая	Живые деревья, лесной отпад (пни, сухостой, валежник)	Факультативный биотроф
10	Чешуйчатый трутовик – <i>Polyporus squamosus</i> , 5 %	Вяз гладкий, вяз шершавый	Живые деревья	Биотроф
11	Настоящий трутовик – <i>Fomes fomentarius</i> , 10 %	Осина, берёза повислая, дуб черешчатый	Живые деревья, лесной отпад (пни)	Факультативный биотроф
12	Осиновый трутовик – <i>Phellinus tremulae</i> , 5 %	Осина	Живые деревья	Биотроф
13	Вешенка обыкновенная – <i>Pleurotus ostreatus</i> , 10 %	Липа мелколистная, осина	Лесной отпад (сухостой)	Сапротроф
14	Зимний гриб – <i>Flammulina velutipes</i> , 5 %	Клён остролистный	Лесной отпад (веровал, валежник)	Сапротроф
15	Ирпекс молочно-белый – <i>Irpex lacteus</i> , 7 %	Липа мелколистная	Лесной отпад (веровал, бурелом)	Сапротроф
16	Серый трутовик – <i>Bjerkandera adusta</i> , 8 %	Дуб черешчатый, липа мелколистная	Лесной отпад (веровал), веточный опад	Сапротроф
17	Одноцветный трутовик – <i>Cerrena unicolor</i> , 5 %	Липа мелколистная, дуб черешчатый	Лесной отпад (веровал), веточный опад	Сапротроф
18	Берёзовый пластинчатый трутовик – <i>Lenzites betulina</i> , 5 %	Берёза повислая	Лесной отпад (веровал, пни)	Сапротроф
19	Щелевой гриб, или щелелистик обыкновенный – <i>Schizophyllum commune</i> , 5 %	Рябина обыкновенная, липа мелколистная	Лесной отпад (веровал, сухостой, пни), веточный опад	Сапротроф
20	Лиловый трутовичок – <i>Trichaptium bifforme</i> , 5 %	Рябина обыкновенная	Лесной отпад (веровал, пни)	Сапротроф
21	Волосистый трутовик – <i>Trametes hirsuta</i> , 7 %	Рябина обыкновенная	Лесной отпад (бурелом, пни), веточный опад	Сапротроф

вость насаждений. Сухостой составляет около 10 %, полнота неравномерная, отмечаются признаки заселения деревьев вредителями и возбудителями болезней.

Видовой состав комплекса дереворазрушающих грибов в насаждениях лесопарка и степень их распространения (распространённость) представлены в таблице 1.

В насаждениях лесопарка «Олимпик» определён 21 вид дереворазрушающих грибов. Оценка их ти-

пов питания показала, что к облигатным сапротрофам относятся 9 видов. Это грибы ксилострукторы, которые были отмечены не только на мелком веточном опаде, но и на более крупных элементах, таких, как валёж, сухостой, пни и др.

К паразитическим ксилотрофам мы отнесли оставшиеся 12 видов, 5 из которых можно назвать факультативными паразитами, которые были отмечены как на живых стволах, так и на отмершей органике. Среди них берёзовая губка, настоящий

Характеристика гнилей

№ п/п	Вид гриба	Порода	Характеристика гнили			
			часть дерева	Тип гниения	цвет	структура
1	Плоский трутовик	Клён остролистный, липа мелколистная, осина	Корневая система, комлевая часть	Коррозионный	Белый	Пластинчатая, трухлявая
2	Ложный дубовый трутовик	Дуб черешчатый	Ствол	Коррозионный	Белый	Волокнистая
3	Дубовая губка	Дуб черешчатый	Комлевая часть	Деструктивный	Тёмно-бу- рый	Трещиноватая
4	Опёнок осенний	Дуб черешчатый, клён остролистный, липа мелколистная	Корневая система	Коррозионный	Белый	Волокнистая
5	Серно-жёлтый трутовик	Клён остролистный, дуб черешчатый, ива вавилонская, вяз мелколистный	Ствол	Деструктивный	Красно-бурая	Призматическая
6	Кленовый трутовик	Вяз мелколистный, клён остролистный, клён ясенелистный, тополь белый, тополь пирамидальный	Ствол	Коррозионный	Желтовато-белая	Трухлявая
7	Берёзовая губка	Берёза повислая	Ствол	Деструктивный	Красно-бурая	Трещиноватая
8	Настоящий трутовик	Берёза повислая, клён ясенелистный, осина, дуб черешчатый, ива ломкая, ива вавилонская	Ствол	Коррозионный	Белая мраморная	Пластинчатая, волокнистая
9	Осиновый трутовик	Осина, тополь чёрный	Ствол	Коррозионный	Желтовато-белая	Волокнистая
10	Чешуйчатый трутовик	Вяз мелколистный, клён остролистный, вяз гладкий, тополь пирамидальный, каштан конский обыкновенный	Ствол	Коррозионный	Белый	Волокнистая
11	Печёночница обыкновенная	Дуб черешчатый, ясень обыкновенный	Комлевая часть	Деструктивный	Бурий	Трещиноватая
12	Ложный трутовик	Вяз мелколистный, рябина обыкновенная	Ствол	Коррозионный	Белый	Волокнистая

трутовик, печёночница, опёнок осенний, дубовая губка. Остальные 7 видов проявили себя, как облигатные паразиты, встречались только на живых стволах. Это плоский трутовик, ложный дубовый трутовик, ложный трутовик, серно-жёлтый трутовик, осиновый трутовик, чешуйчатый и кленовый трутовики. К облигатным сапротрофам, которые встречались в насаждениях только на отмершей органике, были отнесены волосистый трутовик, лиловый трутовичок, щелелистник обыкновенный, берёзовый пластинчатый трутовик, зимний гриб, серый трутовик, ирпекс молочно-белый, одноцветный трутовик и вешенка обыкновенная.

Из 21 вида трутовиков однолетние плодовые тела имеют 13 видов, для 8 видов характерны многолетние базидиомы, зимующие на деревьях и ежегодно формирующие новый слой гименофора. Рассматривая трофическую специализацию (приу-

роченность к древесной породе), следует отметить, что полифагами здесь являются опёнок осенний и настоящий трутовик. Оба вида развиваются на трёх древесных породах. Остальные грибы ксилострукторы, обнаруженные в данном насаждении, отмечены на 1...2 древесных породах. Учитывая заселённость отдельных пород ксилотрофами, отметим, что наибольшее число видов сосредоточено на дубе черешчатом (6 паразитических видов и 2 сапротрофа) и на липе мелколистной (3 биотрофа и 5 сапротрофов). Наименьшее число ксилотрофов развивается на ясене обыкновенном, вязе шершавом — по одному виду. Остальные породы (клён остролистный, вяз гладкий, берёза повислая, рябина обыкновенная, осина) занимают промежуточное положение. В систематическом аспекте ксилострукторы относятся к трём порядкам — Полипоровые, Гименохетовые, Агариковые.

В порядке Полипоровые определено 12 видов из 4 семейств, в порядке Гименохетовые — 4 вида, входящие в два семейства, в порядке Агариковые — 5 видов из 4 семейств.

Таким образом, в насаждении отмечается значительное видовое разнообразие дереворазрушающих грибов и преобладание биотрофных видов над сапротрофами. Наибольшее распространение (18 %) в насаждениях лесопарка «Олимпик» имеет ложный дубовый трутовик. Далее — дубовая губка и опёнок осенний, распространённость которых составляет по 10 %. Остальные виды ксилотрофов характеризуются показателями распространённости менее 10 %. Биотрофные ксилотрофы, заселяющие живые деревья, обладают ярко выраженной патогенностью экологической значимостью. В таблице 2 приведена характеристика гнилевых патогенов, возбудителями которых являются биотрофные ксилотрофы.

Данные таблицы 2 указывают, что дереворазрушающие грибы являются возбудителями корневых, комлевых и стволовых гнилей различных древесных пород. К возбудителям корневых гнилей относятся плоский трутовик и опёнок осенний. Их главная опасность состоит в том, что поражённые деревья усыхают, теряют устойчивость к ветру и подвергаются ветровалу. Такие ксилотрофы, как дубовая губка и печёночница обыкновенная, вызывают комлевую гниль дуба и его спутников. Заражённые деревья усыхают в течение

нескольких лет и подвергаются бурелому. Наиболее широко представлены виды грибов, вызывающие стволовые гнили. Среди них ложный, чешуйчатый, серно-жёлтый и другие виды трутовиков. Заражённые деревья также теряют прочность и становятся аварийно-опасными. Поражённые гнилевыми болезнями деревья заселяются стволовыми вредителями, которые ускоряют процесс их усыхания.

Выводы

1. Дереворазрушающие грибы имеют значительное распространение в зелёных насаждениях.

2. Особенности заселения ими древесных пород определяются, прежде всего, наличием легкодоступного субстрата, что в свою очередь зависит от породно-возрастного состава и состояния насаждений.

3. В насаждениях лесопарка «Олимпик» определён 21 вид грибов ксилотрофов, где биотрофы незначительно доминируют над сапротрофами.

4. Биотрофы являются возбудителями корневых, комлевых и стволовых гнилей. Поражённые деревья постепенно усыхают и переходят в категорию аварийных, что делает их крайне опасными в лесопарках.

5. Меры, направленные на снижение распространения ксилотрофов и вызываемых ими гнилей, включают мониторинг состояния насаждений, уход за деревьями и их индивидуальную защиту.

Список литературы

1. Антонова Ж. А., Рассадина Е. В. Методы экологических исследований: учеб. пособие. – Ульяновск: УлГУ, 2015. – 109 с.
2. Гаврицкова, Н. Н. Структура микобиоты в рекреационных лесах Республики Марий Эл // Вестник Поволжского государственного технологического университета. – 2014. – № 3 (23). – С. 67–77.
3. Ежов О. Н. Афиллофоровые грибы в городских зелёных насаждениях Архангельской области. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2016. – № 2. – С. 59–68.
4. Колтунов Е. В. Особенности распространения стволовых и корневых гнилей в городских древесных насаждениях и лесопарках Екатеринбурга // Леса России и хозяйство в них. — 2019. – Вып. 2 (69). – С. 37–44.
5. Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / авт. коллектив: О. Н. Артаев, Д. И. Башмаков, О. В. Безина [и др.]. — Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2014. — 412 с.
6. Пальчиков С. Б. Проблема опасных деревьев [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://givoyles.ru/profi/profi-articles/problema-opasnyh-derevev/>
7. Phillips R. Mushrooms. A comprehensive guide with over 1250 detailed photographs of mushrooms and other fungi. – Lndn: Pan Mcmillan ltd, 2006. – 384 p.
8. <https://voronej.bezformata.com/listnews/uragana-7-derevev-ruhnuli-na-provoda/95336669/>

Информация об авторах

КОЧЕРГИНА Марина Владимировна — кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и почвоведения, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, Воронеж, Россия. Область научных интересов — биология и резистентность деревьев и кустарников, лесное и лесопарковое хозяйство, озеленения населённых мест, автор 30 печатных работ в области озеленения населённых мест. E-mail: diamond-kmv@yandex.ru

WOOD-DESTROYING MUSHROOMS IN THE STANDS OF THE OLYMPIC FOREST PARK IN VORONEZH

M. V. Kochergina

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

Abstract. Wood-destroying fungi (xylotrophes) are pathogens of root and stem rot of growing trees. The affected specimens lose their resistance to wind, pose a threat to the population, buildings and cars. The purpose of the research was to study the bioecological features of the complex of wood-destroying fungi in the stands of the Olympic Forest Park, as one of the most visited recreational facilities in the city of Voronezh. It has been established that the xylotrophic complex of the plantings under consideration is formed by 21 species of fungi, among which biotrophes slightly dominate over saprotrophes. The largest number of species of wood-destroying fungi is noted on the oak petiolate. Measures aimed at reducing the spread of xylotrophes and rot caused by them in the stands of the forest park include monitoring the condition of plantings, tree care and their individual protection.

Keywords: forest park, wood-destroying fungi, biotrophes, saprotrophes, stem and root rot, protective measures.

УДК: 631:535 676.1

КОРРЕЛЯЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РИЗОГЕНЕЗА И ПОСТРЕГЕНЕРАТИВНОГО РАЗВИТИЯ ЧЕРЕНКОВ ТУЕВИКА ПОНИКАЮЩЕГО

В. С. Кудряшов, Е. С. Петрова, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия

Россия, г. Нижний Новгород,

Резюме. Исследовали корреляцию и регрессию показателей корнеобразования и последующего развития стеблевых зеленых черенков туефика поникающего (*Thuja plicata* (Thunb. ex L. f.)) при их укоренении в сезонных вегетационных. Актуальность выбранного направления научной работы связана с ощутимой потребностью в новых сведениях и данных о взаимозависимости биологических характеристиках древесных и кустарниковых пород, используемых в создании систем озеленения современных городов, где они способны проявить свои санитарно-гигиенические, декоративно-эстетические и рекреационно-бальнеологические функции. В числе указанных видов растений туефик поникающий весьма перспективен в формировании ассортимента искусственных насаждений различного функционального профиля и конструкций. Объектом исследований явились укорененные черенки туефика поникающего, находившиеся в активном физиологическом состоянии. Учеты и измерения выполнены в рамках полевых стационарных и лабораторных опытов. Предметом исследования выступала корреляционная связь и регрессионная взаимозависимость показателя регенерационной способности стеблевых черенков туефика поникающего, находящихся в фазе активного роста. Установили наличие хорошо заметной взаимозависимости между показателями регенерационных процессов, проходящих на черенках типичной формы туефика при их укоренении.

Ключевые слова: туефик поникающий, интродукция, вегетативное размножение, стеблевые черенки, теплицы, субстрат, гетероауксин, придаточные корни.

Введение. Интродукция представителей древесных и кустарниковых растений весьма перспективна на фоне возрастающей потребности в совершенствовании ассортиментного состава искусственных насаждений городов. Они способны эффективно выполнять санитарно-гигиенические, декоративно-эстетические и рекреационно-бальнеологических функции. Успех осуществляемых в означенном направлении мероприятий во многом обусловлен обоснованным и корректным выбором ассортимента видов древесных растений, что зачастую предполагает

привлечение широкого списка представителей инорайонной флоры. Кафедра лесных культур Нижегородской ГСХА проводит работу с широким списком интродуцентов [1,6,10–13,26–35, 38, 41], в рамках которой детально исследуются посевные качества семян и их стимуляция перспективными средствами воздействия [25,41], анализируются прогрессивные режимы применения удобрений в вегетационных сооружениях [5,24], ведется поиск путей интенсификации укоренения черенков [9,36,37,40,42]. Вместе с тем, успех интродукции и результативность внедрения в производствен-

ный процесс новых технологий производства посадочного материала во многом детерминирован особенностями биологии задействованных для этих целей растений. Это инициирует проведение исследований с учетом накопленного опыта их физиологического состояния [4,6,31,32], включая водоудерживающую способность [14,16,17] и её связь с балансом сухого вещества [18,19], пигментный состав и морфологию фотосинтезирующего аппарата [7,10,26–28,33,34], содержание и соотношение запасных веществ, [2,11,12,20,22,23,31,32], развитие ксилемы и лигнификацию её клеток [3,8,15,21]. Сравнительно новым, но весьма перспективным видом в Среднем Поволжье и на территории Нижегородской области выступает туевик поникающий (*Thujaopsis dolabrata* (Thunb. ex L. f.)), который с успехом и многопланово может использоваться в озеленении, защитном лесоразведении и в других хозяйственных сферах.

Цель исследований — выявить взаимосвязимость показателей регенерационного процесса, проходящего на стеблевых черенках туевика поникающего при их укоренении в сезонных вегетационных сооружениях.

Объекты, условия и методы. Объектом исследований служили стеблевые черенки типичной формы туевика поникающего, находящиеся в активном физиологическом состоянии. Возможности интродукции туевика поникающего в Нижегородское Поволжье и результативности его вегетативного размножения в местах расселения основана на сведениях об успешном введении в регион близкородственных видов и родов семейства кипарисовые (*Cupressaceae* Gray), таких как туя западная (*Thuja occidentalis* L.) и представителей рода можжевельник (*Juniperus* L.) при хороших результатах укоренении их черенков [36,37]. Вегетационный полигон расположен на опытном участке, который имеет географические координаты — 56°14'32.7»N 43°57'20.7»E, а его высота над уровнем моря составляет 178 м. Согласно действующей системе районирования он дислоцирован в третьей лесорастительной зоне (зоне хвойно-широколиственных лесов) и входит в район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации. Предметом исследования являлась теснота связи между показателями корнеобразования и пострегенерационного развития черенков туевика повисающего при их укоренении в летних вегетационных сооружениях. Работы проведены полевым стационарным и лабораторными методами. Для заготовки черен-

ков вегетирующие побеги одновременно срезали в периферийной зоне среднего яруса хорошо освещенного участка кроны маточных растений. Они достигли полудревесневшего состояния, а хвоя на них приобрела типичную для вида окраску и размеры. Использовали нормально развитые образцы без видимых повреждений и без признаков заболеваний. Черенки размещали в субстрат по единым схемам (5×10 см) в идентичных по конструкции и размерам вегетационных сооружениях, в которых поддерживались одинаковые для всех вариантов и повторностей опыта условия. Параметры среды учитывали метеостанцией METEOSCAN PRO 929 RST02929. Фоновым биостимулятором выступал водный раствор гетероауксина (0,02 %) при экспозиции 18 часов. Тестировали основные показатели регенерации и последующего развития корневых систем и надземной части стеблевых черенков типичных представителей туевика поникающего. Длину корней и высоту надземной части измеряли линейкой с точностью до 1 см, диаметр шейки корня — электронным штангенциркулем (Electronic Digital Caliper — G06064731) с точностью до 0,1 мм. Тесноту связи оценивали в категориях шкалы Р. Е. Чеддока [39].

Результаты и обсуждение. Черенки типичной формы туевика поникающего показали значительную выровненность по высоте надземной части при повторении опыта на разных субстратах (рис. 1).

По данному показателю (см. рис. 1) различия между вариантами применения субстрата, как и между их повторностями, малозаметны. Обобщенное по варианту применения перлита среднее значение ($Total_{\text{перлит}} = 26,63 \pm 0,43$ см) было меньше соответствующей статистики для песчаного субстрата ($Total_{\text{песок}} = 26,71 \pm 0,88$ см) лишь на 0,09 см или только в 1,003 раза. Эти оценки практически не отличались от обобщенного для всего массива данных среднего значения ($Total_{\text{общее}} = 26,66 \pm 0,46$ см). Слабо выраженное варьирование высоты надземной части укорененных черенков туевика и, в целом, малозаметные различия в указанном плане между вариантами применения субстратов обусловлены изначальной эквационной процедурой комплектования исходного материала выборки — длина и диаметр черенков устанавливались одинаковыми в целях исключения субъективизма и возможности преднамеренного включения в какой-либо из вариантов опыта более длинных частей побегов.

Весьма полное представление о темпах пострегенерационного развития надземной части укорен-

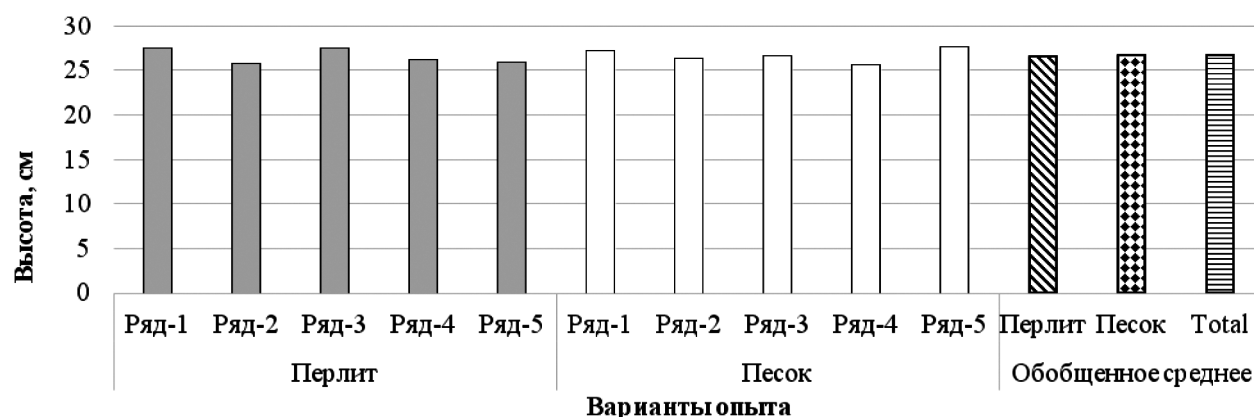


Рисунок 1 — Высота надземной части укоренившихся черенков туефика

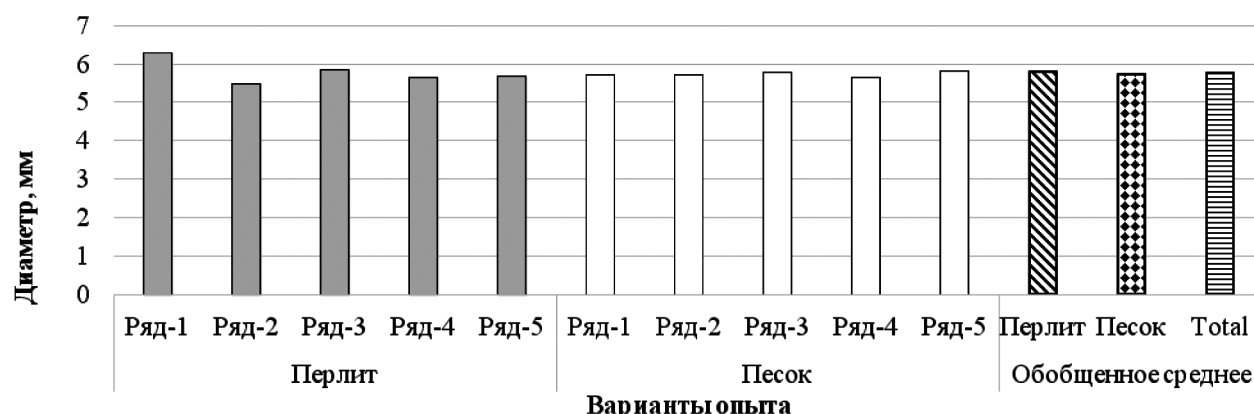


Рисунок 2 — Диаметр шейки корня укоренившихся черенков туефика

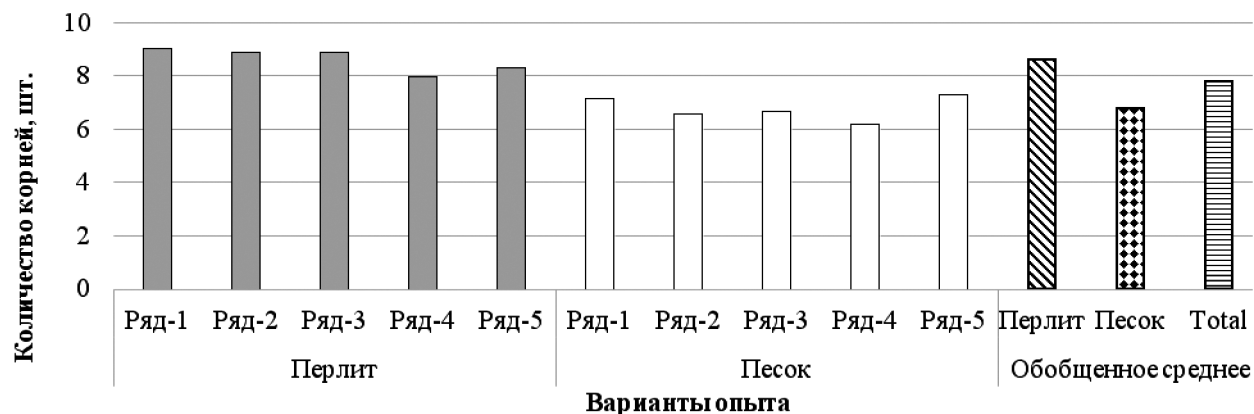


Рисунок 3 -Количество придаточных корней на черенках туефика

нившихся черенков туефика понижающего дает диаметр их корневой шейки (рис. 2).

Несложно заметить, что и в данной части проведения опыта его результаты оказались в значительной мере выровненными, хотя несколько больший диаметр корневой шейки развился на черенках, выращиваемых в перлите ($5,80 \pm 0,12$ мм). Это на 0,05 мм или в 1,01 раза больше, чем в песке ($5,74 \pm 0,11$ мм). Среднее значение указанного

признака в обобщенном для всех вариантов опыта массиве данных достигло $5,77 \pm 0,08$ мм.

Зафиксирована выраженная реакция черенков исследуемого вида на смену субстрата в вегетационных сооружениях, выразившаяся в различиях по количеству придаточных корней (рис. 3). Наибольшее число образовавшихся придаточных корней ($9,05 \pm 0,81$ шт.), отмеченное в перлите, превысило соответствующую ему величину

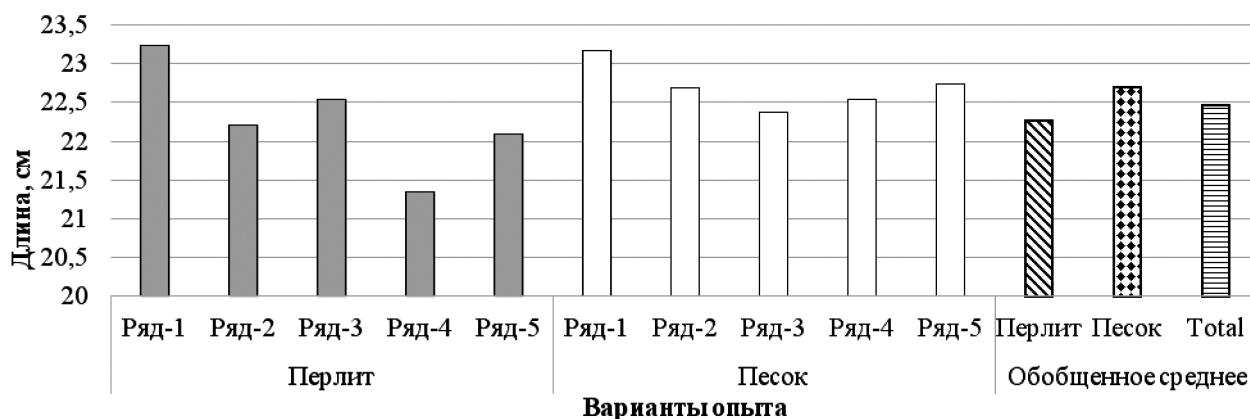


Рисунок 4 -Длина лидирующего корня у черенков туефика

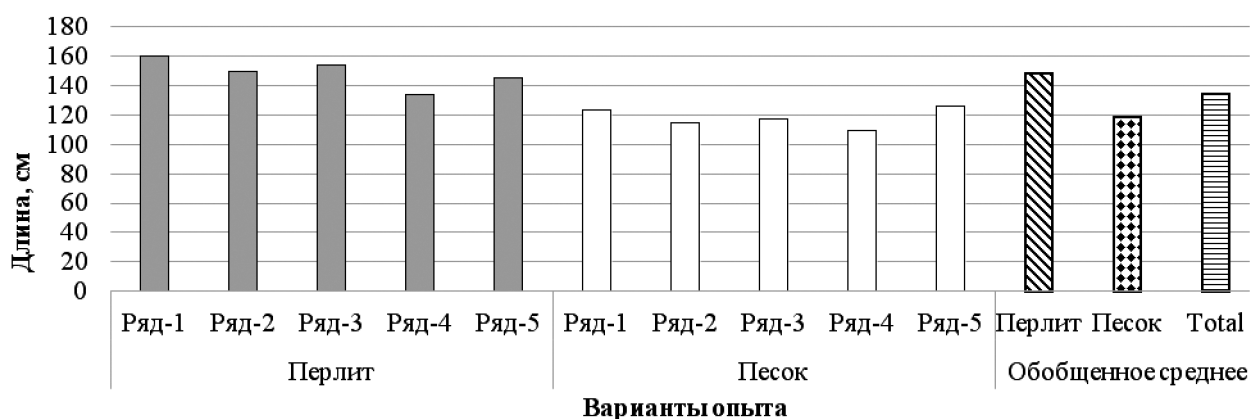


Рисунок 5 — Общая протяженность корневых систем черенков туефика

в песке ($7,28 \pm 0,84$ шт.) в 1,26 раза или на 1,88 шт. Столь же заметны различия в обобщенных по каждому из типов субстрата значениях: $8,61 \pm 0,28$ шт. ($Total_{перлит}$) и $6,78 \pm 0,31$ шт. ($Total_{песок}$), что дает превышение в 1,27 раза или на 1,83 шт. При этом, обобщенное для всех опытных участков среднее ($Total_{общее}$) составило $7,78 \pm 0,21$ шт. (см. рис. 3).

Наглядное представление о процессах корнеобразования при укоренении черенков туефика дает информация о длине их лидирующего корня (рис. 4).

По указанному признаку также зафиксированы расхождения как между вариантами опыта (типы субстрата), так и между их повторностями (учетные ряды). Несколько лучший результат ($22,70 \pm 0,34$ см) в оценках по обобщенным в пределах варианта опыта средним значениям достигнут в песке, что дало превышение над перлитом ($22,27 \pm 0,40$ см) в 1,02 раза или на 0,43 см. Разброс средних значений в пределах каждого варианта столь же невелик. Не менее значимой характеристикой процессов ризогенеза служит общая суммарная протяженность корневых систем, образо-

вавшихся к моменту учета (окончание вегетации) в базальной части черенков (рис. 5). Сравнение эффективности применения перлита и песка в качестве субстратов при укоренении черенков туефика поникающего показало, что в первом варианте опыта результаты ($148,12 \pm 4,94$ см) были в 1,25 раза или на 29,95 см выше, чем во втором ($118,16 \pm 5,88$ см). Этому соответствовали и различия в оценках средних величин повторностей в пределах каждого их вариантов опыта (см. табл. 3). На фоне обобщенного для всего массива данных среднего значения ($134,57 \pm 5,88$ см) лимиты демонстрировали диапазон в 236,20 и превышение 5,47 раза.

Установлена отчетливо заметная корреляция между анализируемыми показателями процессов корнеобразования и последующего развития корневых систем и надземной части черенков туефика поникающего (табл. 1).

При этом, выполненный анализ вскрыл неоднородную картину связей между рассматриваемыми характеристиками процессов регенерации и пострегенеративного развития черенков

Оценки тесноты связи между регенеративными признаками¹

Показатели	Регенеративные признаки								
	Признак-1	Признак-2	Признак-3	Признак-4	Признак-5	Признак-6	Признак-7	Признак-8	Признак-9
Высота надземной части (Признак 1)									
r	1,000	0,520	0,543	0,210	0,552	0,556	0,635	0,513	0,636
± m _r	0,000	0,171	0,168	0,196	0,167	0,166	0,154	0,172	0,154
t _r	999(9)	3,04	3,23	1,07	3,31	3,35	4,11	2,98	4,12
Диаметр шейки корня (Признак 2)									
r	0,520	1,000	0,588	0,130	0,589	0,601	0,566	0,992	-0,309
± m _r	0,171	0,000	0,162	0,198	0,162	0,160	0,165	0,025	0,190
t _r	3,04	999(9)	3,64	0,65	3,65	3,75	3,43	39,21	1,62
Количество образовавшихся придаточных корней (Признак 3)									
r	0,543	0,588	1,000	0,297	0,918	0,929	0,833	0,587	0,091
± m _r	0,168	0,162	0,000	0,191	0,079	0,074	0,111	0,162	0,199
t _r	3,23	3,64	999(9)	1,55	11,59	12,57	7,52	3,62	0,46
Длина лидирующего корня (Признак 4)									
r	0,210	0,130	0,297	1,000	0,518	0,464	0,066	0,126	0,094
± m _r	0,196	0,198	0,191	0,000	0,171	0,177	0,200	0,198	0,199
t _r	1,07	0,65	1,55	999(9)	3,02	2,62	0,33	0,63	0,47
Общая протяженность корневых систем (Признак 5)									
r	0,552	0,589	0,918	0,518	1,000	0,998	0,807	0,587	0,095
± m _r	0,167	0,162	0,079	0,171	0,000	0,012	0,118	0,162	0,199
t _r	3,31	3,65	11,59	3,02	999(9)	81,91	6,83	3,63	0,48
Суммарная длина боковых корней (Признак 6)									
r	0,556	0,601	0,929	0,464	0,998	1,000	0,831	0,599	0,091
± m _r	0,166	0,160	0,074	0,177	0,012	0,000	0,111	0,160	0,199
t _r	3,35	3,75	12,57	2,62	81,91	999(9)	7,46	3,74	0,46
Доля боковых корней в общей суммарной протяженности корневых систем (Признак 7)									
r	0,635	0,566	0,833	0,066	0,807	0,831	1,000	0,553	0,240
± m _r	0,154	0,165	0,111	0,200	0,118	0,111	0,000	0,167	0,194
t _r	4,11	3,43	7,52	0,33	6,83	7,46	999(9)	3,32	1,23
Площадь поперечного сечения корневой шейки (Признак 8)									
r	0,513	0,992	0,587	0,126	0,587	0,599	0,553	1,000	-0,299
± m _r	0,172	0,025	0,162	0,198	0,162	0,160	0,167	0,000	0,191
t _r	2,98	39,21	3,62	0,63	3,63	3,74	3,32	999(9)	1,57
Отношение высоты надземной части к диаметру шейки корня (Признак 9)									
r	0,636	-0,309	0,091	0,094	0,095	0,091	0,240	-0,299	1,000
± m _r	0,154	0,190	0,199	0,199	0,199	0,199	0,194	0,191	0,000
t _r	4,12	1,62	0,46	0,47	0,48	0,46	1,23	1,57	999(9)

¹ Показатели: r — парный коэффициент корреляции; ± m_r — ошибка коэффициента корреляции; t_r — критерий достоверности коэффициента корреляции (t₀₅ = 1,96).

(см. табл. 1). Так, по высоте их надземной части (признак 1) преобладающими были оценки на уровне «заметной» силы связи по шкале Чеддока: r±m_r=0,520±0,171 при t_r=3,04 (с признаком 2); r±m_r=0,543±0,168 при t_r=3,23 (с признаком 3); r±m_r=0,552±0,167 при t_r=3,31 (с признаком 5); r±m_r=0,556±0,166 при t_r=3,35 (с признаком 6); r±m_r=0,635±0,154 при t_r=4,11 (с признаком 7); r±m_r=0,513±0,172 при t_r=2,98 (с признаком 8);

r±m_r=0,636±0,154 при t_r=4,12 (с признаком 9). В этом случае все полученные величины достоверны и положительны по знаку. В ряде случаев наблюдалась «весьма высокая» связь по той же шкале: r±m_r=0,992±0,025 при t_r=39,21 (признак 2 с признаком 8); r±m_r=0,918±0,079 при t_r=11,59 (признак 3 с признаком 5) и r±m_r=0,929±0,074 при t_r=12,57 (признак 3 с признаком 6). Здесь также сохранилась положительная по знаку направлен-

ность и статистическая достоверность отмеченных величин.

Доля боковых корней в общей суммарной протяженности корневых систем (признак 7) имела «высокую» силу связи при её достоверности и положительной направленности с частью других характеристик: $r \pm m_r = 0,833 \pm 0,111$ при $t_r = 7,52$ (с признаком 3); $r \pm m_r = 0,807 \pm 0,118$ при $t_r = 6,83$ (с признаком 5); $r \pm m_r = 0,831 \pm 0,111$ при $t_r = 7,46$ (с признаком 6). Наряду с вышесказанным наблюдалась отчетливо заметная индифферентность отношения высоты надземной части к диаметру шейки корня (Признак 9) в сопоставлении с остальными показателями регенерационных процессов. Коэффициенты корреляции в этом случае оценивались по шкале Чеддока как индикаторы «слабой» недостоверной тесноты связи. В отдельных случаях корреляции указанного признака с другими были отрицательными по знаку. Представленный результат опыта пока еще является предварительным, поскольку получен в тестовом рекогносцировочном исследовании регенерационной способности туефика понижающего. Тем не менее, можно с уверенностью констатировать достижение положительных итогов и признать

приемлемость протестированной технологии для укоренения его черенков в летних вегетационных сооружениях. Удовлетворительный результат, достигнутый в показателях ризогенеза и пострегенерационного развития корневых систем и надземной части стеблевых черенков туефика понижающего свидетельствует о потенциале его интродукции в регион и широких возможностях введения в ассортиментный состав искусственных насаждений различного целевого назначения и конструкций.

Выводы. 1. Туефик понижающий (*Thujaopsis dolabrata* (Thunb. ex L. f.)) в условиях интродукции в Нижегородскую область проявил удовлетворительную регенерационную способность при размножении стеблевыми зелеными черенками в вегетационных сооружениях сезонного типа с использованием перлита и речного песка в качестве субстрата.

2. Количество придаточных корней, образовавшихся на черенках туефика понижающего, наиболее тесно связано с общей протяженностью корневых систем и суммарной длиной боковых корней, а также с долей боковых корней в общей протяженности корневых систем.

Список литературы

1. 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
2. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — № 2/326. — 2012. — С. 58–64.
3. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2 / 332. — С. 45–52.
4. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов П.В. Наследственная обусловленность видоспецифичности тополей по содержанию крахмала в тканях // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2021. Т. 25, № 1. — С. 22–31. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-1-22-31
5. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Горелов А.Н. Влияние технологического режима на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной при кассетном выращивании в теплицах // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. междунар. научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н.Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 87–93.
6. 7. 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
7. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Клишина Л.И., Храмова О.Ю., Быченкова Т.Н., Горелова З.В., Соколова А.А., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А., Шабалина М.В. Пигментный состав хвои сеянцев сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии — 2014. — Т. 4. — С. 36–51.
8. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Яханова Е.А., Горелова З.В., Соколова А.А., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А., Шабалина М.В. Развитие ксилемы и лигнификация её клеток у сеянцев сосны с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 25–35.
9. Бессчетнов В.П., Кентбаев Е.Ж. Опыт зеленого черенкования облепихи крушиновидной в условиях юго-востока Казахстана // Лесной журнал. Известия высших учебных заведений. — 2018. — № 4. — С. 56–62. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.56.

10. Бессчетнов П.В., Бессчетнова Н. Н., Корреляция параметров листового аппарата тополей в условиях городских посадок // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2018. — № 1 (48). — С. 5–10.
11. Бессчетнов, П.В., Бессчетнова Н. Н. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 21–33.
12. Бессчетнов, П.В., Бессчетнова Н. Н. Специфика содержания крахмала в тканях побегов разных видов тополей // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 2 (26). — С. 23–34.
13. Бессчетнов П.В., Бессчетнова Н. Н., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Состояние и перспективы использования представителей рода тополь (*Populus L.*) в городских посадках в России, Беларуси и Казахстане // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 93–100.
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 международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2007 г. Вып. 17. — Брянск: БГИТА, 2007. — С. 13–16.
15. Бессчетнова Н. Н. Скорость сезонного роста ксилемы в годичных побегах клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной печатная // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2008- № 2 (59). — 2008. — С. 4–10.
16. Бессчетнова Н.Н. К методике определения периода критического обезвоживания хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2011. — № 2 (12). — С. 3–2.
17. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по темпам водопотери хвои // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2011. — № 3 (79). — С. 36–40.
18. Бессчетнова Н.Н. Содержание сухого вещества в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2011. — № 5 (81). — С. 15–19.
19. Бессчетнова Н. Н. Корреляция показателей баланса воды и содержания сухого вещества в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (15). — С. 28–6.
20. Бессчетнова Н. Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 4/328. — С. 48–55.
21. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы // Вестник Саратовского государственного агроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 07. — С. 9–14.
22. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*). Эффективность отбора плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — 464 с.
23. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — Вып. 232. — С. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104
24. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В. П., Носов С. С. Влияние технологических элементов на рост и развитие сеянцев ели европейской при контейнерном выращивании // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общей редакцией Н.Н Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 107–114.
25. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В. П., Храмова О. Ю., Дорожкина Л. А. Стимулирующий эффект препарата Эко-Фус в предпосевной обработке семян ели европейской (*Picea abies (L.) H. Karst.*) // Агрохимический вестник. — 2017. — № 2. — С. 41–44.
26. 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.: г. Екатеринбург, 2–4 февраля 2021 г. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2021. — С. 55–59.
27. Бессчетнова Н.Н., Есичева Н. А. Оценка фотосинтетической способности хвои клонов плюсовых деревьев сосны лапландской (*Pinus silvestris L. Subsp. Lapponica Fries.*) в условиях Нижегородской // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 123–131.
28. Бессчетнова Н.Н., Котынова М. Ю., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Пигментный состав хвои туи западной (*Thuja occidentalis L.*) в озеленительных посадках г. Нижнего Новгорода // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 132–138.
29. Бессчетнова Н.Н., Кулькова А. В., Вышегородцев А. В., Широков А. И. Укореняемость черенков тиса канадского (*Taxus canadensis Marshall*) в экологических условиях Нижегородского Поволжья // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы ме-

ждунар. науч.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 139–145.

30. 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 Междунар. науч.-тех. конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 13–15.

31. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н. Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix Mill.*) при интродукции // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК. Материалы Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА: Нижний Новгород, 15 декабря 2015 г. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — С. 14–18.

32. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Содержание жиров в тканях побегов лиственницы сибирской в условиях интродукции в Нижегородскую область // 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. 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.

36. Котынова М.Ю., Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Укоренение черенков декоративных форм туи западной (*Thuja Occidentalis L.*) в теплицах // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Матер. XVIII Междунар. научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 147–149.

37. Оганян Т.А., Бессчетнов В.П. Эффективность черенкования видов из рода можжевельник в защищенном грунте // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова: Сборник научных трудов по итогам междунар. научно-практической конференции, 1–30 ноября 2020 г. Выпуск 58. — Брянск: БГИТУ, 2020. — С. 120–124.

38. Улитин М.М., Бессчетнов В.П. Сравнительная оценка таксационных показателей лесных культур лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) при интродукции в Нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2020. № 6. С. 33–41. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-33-41

39. Bruce D., Reineke L. H. Correlation alinement 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. [URL: <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT86200204/PDF>].

40. Khramov R., Martynova N., Besschetnova N., Besschetnov V., Luponosov Y. 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. 01017.1–01017.7. DOI: 10.1051/bioconf/20224201017

41. 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 // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2022. № 4. С. 39–51. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-4-39-51

42. Martynova N., Besschetnova N., Besschetnov V., & Martynov R. 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. Volume 875. Article number 012081. Pp. 1–8. DOI: 10.1088/1755-1315/875/1/012081

Информация об авторах

КУДРЯШОВ Вадим Сергеевич, магистрант 1 курса факультета лесного хозяйства Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, e-mail: kudryas4ov.vadim@yandex.ru

ПЕТРОВА Екатерина Сергеевна, бакалавр 4 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, e-mail: catefire122@icloud.com

БЕССЧЕТНОВА Наталья Николаевна — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — искусственное лесовосстановление, лесная селекция, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 167 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7140-8797>. E-mail: besschetnova1966@mail.ru.

БЕССЧЕТНОВ Владимир Петрович — доктор биологических наук, профессор заведующий кафедрой лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — лесная селекция, искусственное лесовосстановление, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 183 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5024-7464>. E-mail: lesfak@bk.ru

CORRELATION OF INDICATORS OF RHIZOGENESIS AND POST-REGENERATIVE DEVELOPMENT OF CUTTINGS OF DROOPING TUBER

V. S. Kudryashov, E. S. Petrova, N. N. Besschetnova, V. P. Besschetnov,
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Russia, Nizhny Novgorod,

Resume. Correlation and regression of indicators of root formation and subsequent development of stem green cuttings of the drooping tujopsis (*Thujopsis dolabrata* (Thunb. ex L. f.)) when they are rooted in seasonal vegetation. The relevance of the chosen direction of scientific work is associated with a tangible need for new information and data on the interdependence of the biological characteristics of tree and shrub species used in the creation of landscaping systems of modern cities, where they are able to show their sanitary-hygienic, decorative-aesthetic and recreational-balneological functions. Among these types of plants, the drooping tuik is very promising in the formation of an assortment of artificial plantings of various functional profiles and structures. The object of research were rooted cuttings of the drooping tuber, which were in an active physiological state. The calculations and measurements were carried out within the framework of stationary and laboratory field experiments. The subject of the study was the correlation and regression interdependence of the indicator of the regenerative ability of the stem cuttings of the drooping tuber, which are in the phase of active growth. The presence of a well-marked interdependence between the indicators of regeneration processes taking place on cuttings of a typical form of tuber during their rooting was established.

Keywords: drooping tuik, introduction, vegetative reproduction, stem cuttings, greenhouses, substrate, heteroauxin, adventitious roots.

УДК: 631:535 676.1

РАЗВИТИЕ ЧЕРЕНКОВ ДЕКОРАТИВНЫХ ФОРМ И СОРТОВ ПУЗЫРЕПЛОДНИКА КАЛИНОЛИСТНОГО ПРИ УКОРЕНЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТО-ТРАНСФОРМИРУЮЩИХ УКРЫТИЙ

А. Ю. Миронова, Н. Н. Бессчетнова, В. П. Бессчетнов, А. А. Гаврилова
Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия
Россия, г. Нижний Новгород,

Резюме. Изучали специфику развития осевого корня стеблевых зеленых черенков декоративных форм и сортов пузыреплодника калинолистного (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.) при укоренении в вегетационных сооружениях со свето-трансформирующим укрытием. Актуальность работы обусловлена потребностью в совершенствовании технологий вегетативного размножения древесных и кустарниковых растений, в том числе на основе применения инновационных материалов в конструкциях теплиц и парников. Объекты исследования — формы и сорта пузыреплодника калинолистного: 'Диабло' и 'Лютеус', 'Саммер Вайн', произрастающие в интродукционной коллекции Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. Координаты участка — 56°14'32.7"N 43°57'20.7"E. Исследования проведены полевым стационарным и лабораторными методами. Предмет исследования — межсортовые различия пузыреплодника калинолистного по способности стеблевых черенков развивать надземную часть. Испытаны укрывные материалы с включение в их состав фотолюминофоров. Выявили специфическую реакцию черенков на изменение концентрации люминофора в структуре спанбонда. Установили, что черенки типичной формы этого вида демонстрировали избирательный отклик на разные по оптическим свойствам материалы. Наибольшая длина лидирующего корня наблюдалась на черенках, размещенных под укрытиями с повышенной долей люминофора в их составе: 1,99±0,55 см (типичная форма); 1,97±0,55 см (сорт 'Лютеус'); 3,03±0,63 см (сорт 'Диабло').

Ключевые слова: пузыреплодник калинолистный, интродукция, зеленые черенки, теплицы, фотолюминофор, ризогенез.

Введение. Значительная потребность в посадочном материале древесных и кустарниковых пород вызывает необходимость модернизации существующих и разработки новых прогрессивных

технологий его тиражирования и выращивания. Интенсификация всех этапов производственных процессов в этой сфере предполагает активное использование инновационных материалов, в частности, при строительстве теплично-парниковых комплексов в лесных и декоративных питомниках. Известно, что результативность их деятельности во многом обусловлена техническими свойствами и оптическими характеристиками используемых покрытий [30]. Интеграция в структуру свето-преобразующих и свето-корректирующих пленок и пластиков позволяет регулировать спектральные и другие параметры светового потока в количественном и качественном отношении [30]. Свет является определяющим условием фотосинтеза для большинства растений бореальной зоны. Известна приоритетная роль пластидных пигментов в нем [9,11,12,14,19,30], наряду с другими параметрами листового аппарата [6,13]. В нашем случае именно пигментный состав может определять окраску листьев исследуемых в опыте его декоративных форм и сортов пузыреплодника калинолистного (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.), который на территории Среднего Поволжья относится к интродуцентам. Кафедрой лесных культур Нижегородской ГСХА ведется работа с широким списком инорайонных деревьев и кустарников [1,4,7,15,21,25,29]. Изучается их физиологическое состояние [22,25], содержание и соотношение пластидных пигментов [18,19,27], наличие и баланс запасных веществ, [7,8,15], ксилогенез [2,23]. Тестируются режимы предпосевной стимуляции семян биологически активными препаратами [26,31] и применения удобрений в прогрессивных вегетационных сооружениях [3,16], разрабатываются схемы интенсификации укоренения черенков [5,20,24,26,28,30,32].

Цель исследований — выявить особенности развития надземной части черенков декоративных форм и сортов пузыреплодника калинолистного при укоренении в теплицах с укрытиями из свето-корректирующих материалов.

Объекты, условия и методы. Объектом исследований явились типичные формы и декоративные сорта пузыреплодника калинолистного: 'Лютеус', 'Диаболо' и 'Саммер Вайн'. Они введены в дендрологическую коллекцию Нижегородской ГСХА. Географические координаты участка — 56°14'32.7"N 43°57'20.7"E, абсолютная высота — 178 м. Полуодревесневшие побеги для нарезки черенков одновременно отделяли от периферийной зоны среднего яруса хорошо освещенного участ-

ка кроны растений, когда их листья приобретали типичную форму, окраску и размеры. В качестве укрывных материалов летних вегетационных сооружений использован бесцветный агротекстиль (спанбонд) плотностью 30 г/м², покрытый лаковой пленкой с фотолюминофором. Свето-трансформирующее вещество нанесено сплошным равномерным слоем с концентрацией: 0,25 % (фон 1); 0,10 % (фон 2); 0,05 % (фон 3); 0,025 % (фон 4). Также испытан вариант с дискретным нанесением люминофора в концентрации 0,25 % полосами шириной 10 см при таком же межполосном интервале (фон 5). Для оценки потенциального влияния на регенерационные процессы, происходящие на нижнем срезе черенков, тестировалось укрытие из того же спанбонда с нанесенной лаковой пленкой без люминофора (вариант эталон). Контролем принято не модифицированное укрытие из вышеуказанного основного материала. Субстратом являлся крупнозернистый речной песок, а стимулятором ризогенеза — водный раствор гетероауксина. Интенсивность солнечного излучения измеряли люксметром ТКА-ПКМ 08 в интервале длин волн 380–780 нм под укрытием и над ним. Учитывали прямые и производные признаки, что в методическом плане является широко распространенной практикой лесоводственных исследований [2,9–12,25].

Результаты и обсуждение. Эффективность процессов ризогенеза, протекающих в базальной части черенков при укоренении последних в сезонных вегетационных сооружениях с фототрансформирующим укрывным материалом, оценивалась по степени развития их лидирующего корня (табл. 1–4).

Преобладающая по величине дина лидирующего корня была установлена в тех вариантах применения свето-трансформирующих укрытий, в которых содержится больше люминофора, чем в других: фон 1–1,99±0,55 см. При этом, имеющие меньшую концентрацию люминофора фон 3 способствовал развитию более вытянутого лидирующего корня (1,43±0,44 см), чем в варианте с более высокой концентрацией — фон 2 (1,20±0,35 см). Минимум из испытанных укрытий демонстрировал вариант с наименьшей плотностью люминофора при его сплошном нанесении (фон 4) — 1,06±0,27 см, а также вариант с нанесением люминофора полосами (фон 5) — 1,01±0,27 см. Однако, и в этих вариантах опыта результат выше, чем в контроле (0,83±0,23 см) и эталоне (0,85±0,27 см). Обобщенное для всех вариантов опыта среднее значение со-

Таблица 1

Длина лидирующего корня черенков типичной формы¹

Вариант	М	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Фон-1	1,99	2,46	9,50	0,00	9,50	0,55	123,71	3,61	27,66
Фон-2	1,20	1,59	3,60	0,00	3,60	0,35	132,09	3,39	29,54
Фон-3	1,43	1,95	5,40	0,00	5,40	0,44	137,04	3,26	30,64
Фон-4	1,06	1,20	4,50	0,00	4,50	0,27	114,10	3,92	25,51
Фон-5	1,01	1,20	3,40	0,00	3,40	0,27	119,86	3,73	26,80
Эталон	0,85	1,22	3,10	0,00	3,10	0,27	144,06	3,10	32,21
Контроль	0,83	1,01	2,30	0,00	2,30	0,23	121,75	3,67	27,22
Total	1,19	1,61	9,50	0,00	9,50	0,14	134,50	8,80	11,37

¹Показатели: М — среднее арифметическое, см; СКО — среднеквадратическое отклонение, см; max. — максимальное значение, см; min. — минимальное значение, см; Δ_{lim} — диапазон значений, см; $\pm m$ — статистическая ошибка выборочного среднего, см; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента; P — относительная ошибка или точность опыта, %.

Таблица 2

Длина лидирующего корня черенков сорта 'Лютеус'¹

Вариант	М	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Фон-1	1,97	2,47	7,10	0,00	7,10	0,55	125,95	3,55	28,16
Фон-2	1,18	1,51	5,20	0,00	5,20	0,34	128,47	3,48	28,73
Фон-3	1,07	1,97	6,00	0,00	6,00	0,44	184,51	2,42	41,26
Фон-4	0,87	1,35	4,30	0,00	4,30	0,30	155,34	2,88	34,73
Фон-5	1,12	1,98	6,20	0,00	6,20	0,44	177,65	2,52	39,72
Эталон	0,82	1,51	4,90	0,00	4,90	0,34	184,21	2,43	41,19
Контроль	0,80	1,18	4,30	0,00	4,30	0,26	147,90	3,02	33,07
Total	1,97	2,47	7,10	0,00	7,10	0,55	125,95	3,55	28,16

¹Показатели: М — среднее арифметическое, см; СКО — среднеквадратическое отклонение, см; max. — максимальное значение, см; min. — минимальное значение, см; Δ_{lim} — диапазон значений, см; $\pm m$ — статистическая ошибка выборочного среднего, см; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента; P — относительная ошибка или точность опыта, %.

ставило $1,19 \pm 0,14$ см. Наибольшее значение в вариантах со свето-трансформирующим укрытием превысило соответствующий ему минимум в 1,98 раза или на 0,99 см. Максимум в вариантах с фотолюминофором оказался больше контроля в 2,40 раза или на 1,16 см и больше эталона в 2,34 раза или на 1,14 см.

У сорта 'Лютеус', листовые пластинки которого обладают желтой окраской, аналогичные исследования также выявили неоднозначный ответ испытываемых черенков на введение в состав укрывных материалов фотолюминофора (см. табл. 2).

Основные тенденции, установленные для образцов с типичной окраской листьев (см. табл. 1), сохранились и в этом случае (см. табл. 2). Как и у типичной формы пузыреплодника черенки сорта 'Лютеус' большую длину лидирующего корня развили под укрытиями с повышенной плотностью люминофора, а именно: фон 1– $1,97 \pm 0,55$ см. В остальных вариантах опыта результаты были

ощутимо ниже и при этом сравнительно выровненными: фон 2– $1,18 \pm 0,34$ см; фон 3– $1,07 \pm 0,44$ см и фон 5– $1,12 \pm 0,44$ см. Превышение значений максимума над минимумом в этом блоке вариантов было в 2,26 раза или на 1,09 см. На фоне обобщенного для всех вариантов опыта значения ($1,12 \pm 0,15$ см) эталон и контроль имели заметно меньшие величины: $0,82 \pm 0,34$ см и $0,80 \pm 0,26$ см соответственно. Максимум в вариантах с фотолюминофором превысил эталон в 2,40 раза или на 1,15 см и контроль — в 2,46 раза или на 1,17 см.

Сорт пузыреплодника 'Диаболо' в тех же условиях проведения эксперимента в основных чертах сохранил ранее замеченные тенденции (см. табл. 1, 2) в темпах развития у черенков лидирующего корня (см. табл. 3). Здесь также прослеживается тренд на возрастание интенсивности роста лидирующего корня у черенков по мере повышения уровня насыщения укрывных материалов люминофором. При этом, результаты в варианте с наибольшим содер-

Таблица 3

Длина лидирующего корня черенков сорта 'Диабло'¹

Вариант	М	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Фон-1	3,03	2,82	7,00	0,00	7,00	0,63	93,38	4,79	20,88
Фон-2	1,93	3,48	10,00	0,00	10,00	0,78	180,53	2,48	40,37
Фон-3	2,16	2,79	7,40	0,00	7,40	0,62	129,29	3,46	28,91
Фон-4	0,83	1,42	4,10	0,00	4,10	0,32	170,53	2,62	38,13
Фон-5	1,19	1,53	5,00	0,00	5,00	0,34	128,54	3,48	28,74
Эталон	0,68	1,23	3,50	0,00	3,50	0,28	182,83	2,45	40,88
Контроль	0,79	1,18	3,50	0,00	3,50	0,26	150,74	2,97	33,71
Total	1,51	2,34	10,00	0,00	10,00	0,20	154,65	7,65	13,07

¹Показатели: М — среднее арифметическое, см; СКО — среднеквадратическое отклонение, см; max. — максимальное значение, см; min. — минимальное значение, см; Δ_{lim} — диапазон значений, см; $\pm m$ — статистическая ошибка выборочного среднего, см; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента; P — относительная ошибка или точность опыта, %.

Таблица 4

Длина лидирующего корня черенков сорта 'Саммер Вайн'¹

Вариант	М	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Фон-1	1,28	1,87	6,50	0,00	6,50	0,30	146,64	4,31	23,19
Фон-2	0,99	1,64	5,20	0,00	5,20	0,26	166,42	3,80	26,31
Фон-3	0,96	1,41	5,20	0,00	5,20	0,22	147,65	4,28	23,35
Фон-4	0,93	1,85	6,00	0,00	6,00	0,29	199,42	3,17	31,53
Фон-5	0,93	1,58	5,60	0,00	5,60	0,25	170,67	3,71	26,98
Эталон	0,92	1,49	5,10	0,00	5,10	0,24	161,73	3,91	25,57
Контроль	0,92	1,53	4,60	0,00	4,60	0,24	166,07	3,81	26,26
Total	0,99	1,62	6,50	0,00	6,50	0,10	164,00	10,20	9,80

¹Показатели: М — среднее арифметическое, см; СКО — среднеквадратическое отклонение, см; max. — максимальное значение, см; min. — минимальное значение, см; Δ_{lim} — диапазон значений, см; $\pm m$ — статистическая ошибка выборочного среднего, см; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента; P — относительная ошибка или точность опыта, %.

жанием люминофоров (фон 1) были принципиально выше: $3,03 \pm 0,63$ см.

Меньший результат из испытанных укрытий продемонстрировал вариант с пониженной плотностью люминофора: фон 4— $0,83 \pm 0,32$ см. Достигнутый в вариантах со свето-трансформирующим укрытием максимум превысил соответствующий минимум в 3,65 раза или на 2,20 см. При уровне обобщенного для всех вариантов опыта значения в $1,51 \pm 0,20$ см эталон и контроль характеризовались заметно меньшими величинами: $0,68 \pm 0,28$ см и $0,79 \pm 0,26$ % соответственно. Лучший результат в вариантах с фотолюминофором превысил эталон и контроль соответственно в 4,48 и 3,85 раза или на 2,35 и 2,24 см.

Как и по другим характеристикам регенерационной способности черенков пузыреплодника, реакция длины лидирующего корня у сорта 'Саммер Вайн' на использование в укоренении его черенков модифицированного спанбонда, обладающего

свойствами свето-коррекции, проявилась сходным образом при вполне понятной сортовой специфичности (см. табл. 4).

Было замечено, что и в данной повторности проведения опыта большая длина лидирующего корня ($1,28 \pm 0,30$ см) возникла на черенках, находящихся в условиях наиболее сильного влияния со стороны фото-трансформирующего укрывного материала вегетационных сооружений (фон 1). При этом остальные варианты опыта, имея сходные по величине оценки данного показателя, существенно уступали ему, занимая интервал значений от $0,92 \pm 0,24$ см в контроле и эталоне до $0,99 \pm 0,10$ см у обобщенного по всему массиву среднего. Тем не менее, максимум в вариантах с фотолюминофором превосходил соответствующий минимум в 1,38 раза или на 0,35 см, а показатели контроля и эталона — в 1,39 раза или на 0,36 см. Достигнутый результат пока еще является предварительным, поскольку получен в рекогносцировочном опыте

такого плана, вместе с тем, удастся сделать заключение о наличии у всех испытываемых форм и сортов тенденции к усилению и активности ризогенеза на фоне повышения концентрации люминофора в укрывном материале.

Выводы

1. Испытанные декоративные формы и сорта пузыреплодника калинолистного (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.) при их интродукции в Нижегородскую область проявили высокую регенерационную способность и темпы развития лидирующего корня при их размножении стеблевыми зелеными черенками в летних ве-

гетационных сооружениях с люминофорными укрытиями.

2. Поскольку представители форм и сортов пузыреплодника калинолистного произрастали на одном участке с одинаковыми экологическими условиями, а для укоренения их черенков использовались однотипные теплицы с идентичным субстратом, едиными режимами освещения, орошения, аэрации и температуры, стабильными схемами размещения посадочных мест и прочими равными параметрами среды, можно признать преимущественно наследственный характер зафиксированных между ними различий.

Список литературы

1. 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
2. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 2/326. — С. 58–64.
3. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Горелов А.Н. Влияние технологического режима на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной при кассетном выращивании в теплицах // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. межд. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н.Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. С. 87–93.
4. 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
5. Бессчетнов В.П., Кентбаев Е.Ж. Опыт зеленого черенкования облепихи крушиновидной в условиях юго-востока Казахстана // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2018. — № 4. — С. 56–62. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.56.
6. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Корреляция параметров листового аппарата тополей в условиях городских посадок // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2018. — № 1 (48). — С. 5–10.
7. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 21–33.
8. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Специфика содержания крахмала в тканях побегов разных видов тополей // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 2 (26). — С. 23–34.
9. Бессчетнова Н.Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.
10. Бессчетнова Н.Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2013. — № 07. — С. 11–15.
11. Бессчетнова Н.Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: ГСХА, 2016. — 464 с.
12. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2014. — 368 с.
13. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П. Изменчивость морфометрических признаков хвои на клоновой плантации плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / Н.Н. Бессчетнова, В.П. Бессчетнов // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2017. — Том 21, № 2. — С. 198–206. DOI: 10.18699/VJ17.237.
14. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Ершов П.В. Генотипическая обусловленность пигментного состава хвои плюсовых деревьев ели европейской // Известия высш. учебных заведений. Лесной журнал. — 2019. — № 1. — С. 63–76. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.1.63.
15. 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.
16. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В.П., Носов, С.С. Влияние технологических элементов на рост и развитие сеянцев ели европейской при контейнерном выращивании // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-

практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общей редакцией Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 107–114.

17. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В. П., Храмова О. Ю., Дорожкина Л. А. Стимулирующий эффект препарата Эко-Фус в предпосевной обработке семян ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.) // Агрохимический вестник. — 2017. — № 2. — С. 41–44.

18. Бессчетнова Н.Н., Есичева Н.А. Оценка фотосинтетической способности хвои клонов плюсовых деревьев сосны лапландской (*Pinus silvestris* L. Subsp. *Larponica* Fries.) в условиях Нижегородской // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. междунар. научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общей редакцией Н. Н. Бессчетновой. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 123–131.

19. Бессчетнова Н.Н., Котынова М. Ю., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Пигментный состав хвои туи западной (*Thuja occidentalis* L.) в озеленительных посадках г. Нижнего Новгорода // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 132–138.

20. Бессчетнова Н.Н., Кулькова А. В., Вышегородцев А. В., Широков А. И. Укореняемость черенков тиса канадского (*Taxus canadensis* Marshall) в экологических условиях Нижегородского Поволжья // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы междунар. научно-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общей ред. Н. Н. Бессчетновой. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 139–145.

21. 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конф.: Вологда, 1 декабря 2020 г. Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 13–15.

22. Есичев А.О., Бессчетнова Н.Н. Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) при интродукции // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК. Материалы Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 85-летию Нижегородская ГСХА: г. Нижний Новгород, 15 декабря 2015 года. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — С. 14–18.

23. 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.

24. Котынова М.Ю., Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Укоренение черенков декоративных форм туи западной (*Thuja Occidentalis* L.) в теплицах // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: г. Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 147–149.

25. 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.

26. 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.

27. 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

28. Оганян Т.А., Бессчетнов В.П. Эффективность черенкования видов из рода можжевельник в защищенном грунте // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова.: Сборник научных трудов по итогам международной научно-практ. конф. Брянск: 1–30 ноября 2020 г. Выпуск 58. — Брянск: БГИТУ, 2020. — С. 120–124.

29. Улитин М.М., Бессчетнов В. П. Сравнительная оценка таксационных показателей лесных культур лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) при интродукции в нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2020. — № 6. — С. 33–41. DOI: 10.37482/0536–1036–2020–6–33–41.

30. Khranov R., Martynova N., Besschetnova N., Besschetnov V., Luponosov Y. 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. 01017.1–01017.7. DOI: 10.1051/bioconf/20224201017

31. 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 // Известия высших учебных заве. Лесной журнал. 2022. № 4. С. 39–51. DOI: 10.37482/0536–1036–2022–4–39–51

32. Martynova N., Besschetnova N., Besschetnov V., & Martynov R. Effectiveness of stimulating treatment cuttings of privet common (*Ligustrum vulgare* L.) with biologically active preparations // Forest ecosystems as global resource of

Информация об авторах

МИРОНОВА Анастасия Юрьевна, магистрант 1 курса факультета лесного хозяйства Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, Область научных интересов — интродукция и репродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 3 научных публикаций. E-mail: mushka1608@mail.ru

БЕССЧЕТНОВА Наталья Николаевна — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — искусственное лесовосстановление, лесная селекция, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 167 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7140-8797>. E-mail: besschetnova1966@mail.ru.

БЕССЧЕТНОВ Владимир Петрович — доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — лесная селекция, искусственное лесовосстановление, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 183 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5024-7464>. E-mail: lesfak@bk.ru

ГАВРИЛОВА Анна Александровна — кандидат биологических наук доцент, доцент кафедры прикладной механики, физики и высшей математики, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — биофизика и биология. Автор 18 научных публикаций. E-mail: anna-gavrilova-65@mail.ru

DEVELOPMENT OF CUTTINGS OF DECORATIVE FORMS AND VARIETIES OF VIBURNUM PEMPHIGUS WHEN ROOTING USING LIGHT-TRANSFORMING SHELTERS

A. Y. Mironova, N. N. Besschetnova, V. P. Besschetnov, Gavrilova A. A.
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Russia, Nizhny Novgorod,

Resume. The specifics of the development of the axial root of stem green cuttings of ornamental forms and varieties of *Viburnum* (*Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim.) during rooting in vegetation structures with light-transforming shelter were studied. The relevance of the work is due to the need to improve the technologies of vegetative reproduction of woody and shrubby plants, including through the use of innovative materials in the designs of greenhouses and greenhouses. The objects of research are the forms and varieties of *Viburnum pemphigus*: 'Diablo' and 'Luteus', 'Summer Vine', growing in the introduction collection of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. The coordinates of the plot are 56°14'32.7"N 43°57'20.7"E. The studies were carried out by field stationary and laboratory methods. The subject of the study is the intersort differences of the *viburnum pemphigus* in the ability of stem cuttings to develop the aboveground part. Covering materials have been tested with the inclusion of photoluminophores in their composition. A specific reaction of cuttings to changes in the phosphor concentration in the spunbond structure was revealed. It was found that cuttings of a typical form of this species demonstrated a selective response to materials with different optical properties. The largest length of the leading root was observed on cuttings placed under shelters with an increased proportion of phosphor in their composition: 1.99 ± 0.55 cm (typical form); 1.97 ± 0.55 cm (variety 'Luteus'); 3.03 ± 0.63 cm (variety 'Diabolo').

Keywords: *viburnum pemphigus*, introduction, green cuttings, greenhouses, photoluminophore, rhizogenesis.

СЕМЕНОШЕНИЕ СОРТОВ ТУИ ЗАПАДНОЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В НИЖЕГОРОДСКУЮ ОБЛАСТЬ

Т. А. Миронова, А. И. Ханявин, П. Н. Саватеев

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Резюме. Изучали процесс семеношения декоративных сортов туи западной (*Thuja Occidentalis* L.) при её интродукции в Нижегородскую область. Актуальность работы определена существующей потребностью в совершенствовании технологий производства посадочного материала широкого списка видов деревьев и кустарников, используемых в создании городских озеленительных насаждений. Формирование их ассортимента предполагает активное привлечение наиболее адаптированные к местным условиям представители инорайонной флоры. В их числе весьма перспективна туя западная, пригодная для включения в городские системы озеленения различного функционального профиля и конструкций. Объектом исследований были выбраны репродуктивно зрелые растения указанного вида, имеющие вегетативное происхождение. Они размещены на территории дендрологического парка Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии с координатами 56°14'32.7''N 43°57'20.7''E и абсолютной высотой — 178 м. Учеты и измерения выполнены в рамках полевых стационарных и лабораторных опытов. В качестве предмета исследования рассматривались морфометрические показатели шишек различных сортов туи. Установили, что параметры шишек исследуемых сортов при их выращивании на выровненном экологическом фоне заметно различаются. Зафиксировали удовлетворительное формирование и вызревание шишек туи в условиях интродукции в Нижегородскую область.

Ключевые слова: туя западная, интродукция, семеношение, шишки, семена, морфометрия.

Введение. Потенциал интродукции в значительной мере определяется репродуктивной способностью растений, переносимых в новые места обитания. Её перспективность связана с назревшей потребностью в совершенствовании и оптимизации ассортиментного состава древесных и кустарниковых растений в городских искусственных насаждениях. Экологическая обстановка в границах урбанизированных территорий на современном этапе нередко носит признаки напряженности и существенно отклоняется от норм комфортности для населения. Нижний Новгород и другие крупные населенные пункты нашей области характеризуются такими же параметрами среды. Вместе с тем, специалисты, участвующие в её формировании, имеют в своем арсенале действенное средство — насаждения из деревьев и кустарников, способные эффективно выполнять санитарно-гигиенические, декоративно-эстетические и рекреационно-бальнеологических функции [18,45]. Успех означенных мероприятий во многом обусловлен научно-обоснованным выбором ассортимента видов древесных растений, что зачастую предполагает привлечение широкого списка представителей инорайонной флоры. Учитывая сложившуюся ситуацию, кафедра лесных культур Нижегородской ГСХА последовательно ведет разностороннюю работу с широким списком экзотов, как хвойных [10,39,41,42,46–54,56–58,60–62], так и лиственных [1–5,14–17,55, 59,64]. На базе накопленного опыта её сотрудниками предметно изучаются особенно-

сти их физиологического состояния [10,38,50,56], включая водный режим [3,18,23,24,36] и баланс сухого вещества [26,27], пигментный состав [5,11,20,25,31,39,41,46,47,52,53] и морфологию фотосинтезирующего аппарата [14,30,35], содержание и соотношение запасных веществ, [3,8,15,16,21,22,28,33,34,38,51], развитие и лигнификацию ксилемы [2,7,12,19,29,54]. Для их последовательного вовлечения в хозяйственный оборот необходим стабильный выпуск посадочного материала, тиражирование которого требует мобилизации самых разных технологий [9,13,43,48,49,55]. Для достижения этого детально исследуются посевные качества семян и их обработка стимулирующими препаратами [44], анализируются различные режимы применения удобрений в развернутых в регионе прогрессивных вегетационных сооружениях [9,43,57,59,60,63,64]. В Нижегородском Поволжье туи западной (*Thuja Occidentalis* L.) относится к инорайонным видам, которые лишь в последнее время стали широко вводиться в элементы урбанизированных ландшафтов [47,57]. Следует отметить, что её распространение, как правило, лимитируется отсутствием регионально адаптированных технологий производства товарных саженцев данной породы, слабой изученностью особенностей её биологии в новых условиях, крайней ограниченностью семенной базы. Работ такого плана у нас пока еще мало, научные изыскания в указанном направлении малоактивны, а публикации по данной тематике крайне немногочисленны.

Цель исследований — определить успешность семеношения сортов туи западной при интродукции в нижегородскую область.

Объекты, условия и методы. Объектом исследований служили Объектом исследований были выбраны репродуктивно зрелые растения туи западной, являющиеся сортами и имеющие вегетативное происхождение. Они имели следующую номенклатуру и условные обозначения: *Thuja occidentalis* f. *Mirjam* (сорт 1); *Thuja occidentalis* f. *Woodwardii* (сорт 2); *Thuja occidentalis* f. *Danica* (сорт 3); *Thuja occidentalis* f. *Tiny Tim* (сорт 4); *Thuja occidentalis* f. *Yellow Ribbon* (сорт 5). Все особи размещены в границах единого локального участка на территории дендрологического парка Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии с координатами 56°14'32.7»N 43°57'20.7»E и абсолютной высотой — 178 м. Предметом исследования являлись процессы формирования урожая семян в условиях интродукции, в частности количественные параметры шишек. Выдвижение гипотезы о возможности успешного расселения представителей рода Туя в указанной местности во многом обоснована тем, что по лесорастительному районированию она относится к зоне хвойно-широколиственных лесов, хвойно-широколиственному лесному району Европейской части Российской Федерации (3 лесорастительный район). Для данного региона типичными являются серые лесные, а также дерново-подзолистые и подзолистые почвы, а также относительно влажный климат с умеренно тёплым и влажным летом и умеренно суровой снежной зимой. Такие лесорастительные условия благоприятны для успешного роста и стабильного развития большинства хвойных видов, включая тую и её многочисленные декоративные формы и сорта. Гипотеза о возможности интродукции туи западной в Нижегородское Поволжье и результативности вегетативного размножения её декоративных форм и сортов в местах расселения основана на сведениях об успешном введении в регион близкородственных видов и родов семейства кипарисовые (*Cupressaceae* Gray), таких как туевик поникающий (*Thuja plicata* (Thunb. ex L. f.)) и представителей рода можжевельник (*Juniperus* L.) при хороших результатах укоренения их черенков [57,60]. В работе реализованы полевые стационарные и лабораторные методы. В методологическом плане они базируются на соблюдении принципа единственного логического различия и важнейших требований к организации опыта — типичности, пригодности, целесоо-

бразности и надежности. С учетом обозначенного подхода сбор биологических образцов и все замеры проводили одновременно. В выборку включали только нормально развитые шишки без видимых повреждений и без признаков заболеваний. Их биометрирование выполняли с инструментальной фиксацией следующих показателей: длина и диаметр — электронным штангенциркулем (Electronic Digital Caliper — G06064731) с точностью до 0,1 мм; масса — на трехразрядных электронных весах Acculab Vicon VIC-300d3 с точностью до 0,001 г. Итоговое количество задействованных в опыте учетных растений — 12 шт. Количество учетов и измерений по каждому признаку составило 1093 первичных единицы выборки. В анализе использовали производные признаки, обеспечивающие определение значений тех характеристик исследуемых объектов, которые недоступны для контактного учета и измерений, а также получение количественного выражения всевозможных качественных показателей [6,29,31,32]. Подобный подход традиционен в лесоводственных и биологических исследованиях [34,35,37,40,42].

Результаты и обсуждение. Количественные параметры шишек туи западной при содержании её сортов в условиях свободного роста на территории дендрологического парка характеризовались устойчиво наблюдавшейся неоднородностью (табл. 1–5).

При относительной стабильности средних величин тестируемого показателя наблюдалась хорошо заметная изменчивость длины шишек у исследуемых сортов (см. табл. 1). Анализируя статистические данные по этому параметру (замер от 26.09.2022 г.), можно заметить, что наибольшее среднее значение длины шишки ($10,64 \pm 0,05$ мм) зафиксировано при измерениях у сорта *Thuja occidentalis* f. *Tiny Tim* (сорт 4), а наименьшая величина ($9,57 \pm 0,04$ мм) — при измерениях шишек сорта *Thuja occidentalis* f. *Yellow Ribbon* (сорт 5). На фоне обобщенного по всему массиву данных среднего значения ($10,00 \pm 0,03$ мм) разница между наибольшим и наименьшим переметрами составила 1,07 мм, а их превышение — в 1,11 раза.

Важной характеристикой репродуктивных органов хвойных видов, в том числе туи западной при выращивании её сортов в условиях свободного стояния, является максимальный диаметр шишек сортовых растений (см. табл. 2).

По указанному признаку (см. табл. 2) разброс данных незначительно отличился от изменчивости величин первого показателя (см. табл. 1). При этом,

Таблица 1

Длина шишек сортовых растений туи западной^{1,2}

Сорта	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Сорт 1	200	10,16	0,74	11,86	8,06	3,80	0,05	7,27	194,47	0,51
Сорт 2	167	9,57	0,89	11,45	7,88	3,57	0,07	9,34	138,29	0,72
Сорт 3	126	9,87	0,94	11,64	7,23	4,41	0,08	9,54	117,64	0,85
Сорт 4	300	10,64	0,89	12,48	8,30	4,18	0,05	8,37	206,92	0,48
Сорт 5	300	9,57	0,76	11,39	7,66	3,73	0,04	7,94	218,19	0,46
Total	1093	10,00	0,95	12,48	7,23	5,25	0,03	9,46	349,51	0,29

¹Показатели: N — число учетов, шт.; M — среднее арифметическое, мм; СКО — среднеквадратическое отклонение, мм; max. — максимальное значение, мм; min. — минимальное значение, мм; Δ_{lim} - диапазон значений, мм; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего, мм; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента ($t_{05} = 218,19$; $t_{01} = 194,47$); P — относительная ошибка или точность опыта, %.

²Сорта: *Thuja occidentalis* f. *Mirjam* (сорт 1); *Thuja occidentalis* f. *Woodwardii* (сорт 2); *Thuja occidentalis* f. *Danica* (сорт 3); *Thuja occidentalis* f. *Tiny Tim* (сорт 4); *Thuja occidentalis* f. *Yellow Ribbon* (сорт 5).

Таблица 2

Максимальный диаметр шишек сортовых растений туи западной^{1,2}

Сорта	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Сорт 1	200	3,85	0,46	5,28	2,72	2,56	0,03	11,97	118,12	0,85
Сорт 2	167	4,35	0,42	5,51	3,62	1,89	0,03	9,74	132,75	0,75
Сорт 3	126	3,55	0,59	4,73	2,27	2,46	0,05	16,69	67,27	1,49
Сорт 4	300	4,08	0,52	5,41	2,71	2,70	0,03	12,66	136,80	0,73
Сорт 5	300	3,93	0,40	4,95	2,99	1,96	0,02	10,05	172,38	0,58
Total	1093	3,98	0,52	5,51	2,27	3,24	0,02	13,06	253,07	0,40

¹Показатели: N — число учетов, шт.; M — среднее арифметическое, мм; СКО — среднеквадратическое отклонение, мм; max. — максимальное значение, мм; min. — минимальное значение, мм; Δ_{lim} - диапазон значений, мм; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего, мм; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента ($t_{05} = 172,38$; $t_{01} = 118,12$); P — относительная ошибка или точность опыта, %.

²Сорта: *Thuja occidentalis* f. *Mirjam* (сорт 1); *Thuja occidentalis* f. *Woodwardii* (сорт 2); *Thuja occidentalis* f. *Danica* (сорт 3); *Thuja occidentalis* f. *Tiny Tim* (сорт 4); *Thuja occidentalis* f. *Yellow Ribbon* (сорт 5).

Таблица 3

Масса шишек сортовых растений туи западной^{1,2}

Сорта	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Сорт 1	200	0,05	0,01	0,08	0,02	0,06	0,0009	23,03	61,40	1,63
Сорт 2	167	0,07	0,02	0,11	0,04	0,08	0,0013	25,06	51,56	1,94
Сорт 3	126	0,05	0,02	0,08	0,02	0,06	0,0014	33,88	33,14	3,02
Сорт 4	300	0,05	0,01	0,09	0,02	0,07	0,0007	25,37	68,26	1,46
Сорт 5	300	0,04	0,01	0,07	0,02	0,05	0,0005	21,99	78,78	1,27
Total	1093	0,05	0,02	0,11	0,02	0,10	0,0005	31,37	105,39	0,95

¹Показатели: N — число учетов, шт.; M — среднее арифметическое, г; СКО — среднеквадратическое отклонение, г; max. — максимальное значение, г; min. — минимальное значение, г; Δ_{lim} - диапазон значений, г; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего, г; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента ($t_{05} = 78,78$; $t_{01} = 61,4$); P — относительная ошибка или точность опыта, %.

²Сорта: *Thuja occidentalis* f. *Mirjam* (сорт 1); *Thuja occidentalis* f. *Woodwardii* (сорт 2); *Thuja occidentalis* f. *Danica* (сорт 3); *Thuja occidentalis* f. *Tiny Tim* (сорт 4); *Thuja occidentalis* f. *Yellow Ribbon* (сорт 5).

наибольшее среднее значение ($4,35 \pm 0,03$ мм) было отмечено при измерениях шишек сорта 2 (*Thuja occidentalis* f. *Woodwardii*), а соответствующая наименьшая величина ($3,55 \pm 0,05$ мм) зафиксирована при измерениях шишек сорта 3 (*Thuja occidentalis* f. *Danica*). Такие оценки создали разницу между ними в пределах 0,8 мм или в 1,23 раза. Обобщен-

ное по всем испытываемым в данном опыте сортам среднее значение достигло $3,98 \pm 0,02$ мм при абсолютном диапазоне лимитов 3,24 мм.

Масса шишек как одна из наиболее информативных характеристик репродуктивной способности обследованной совокупности сортов оказалась наименее стабильным показателем (см. табл. 3).

Выход семян из шишек сортовых растений туи западной^{1, 2}

Сорта	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Сорт 1	200	3,20	1,16	8,00	2,00	6,00	0,08	36,27	39,00	2,56
Сорт 2	200	5,40	1,47	9,00	2,00	7,00	0,10	27,28	51,83	1,93
Сорт 3	126	2,60	1,27	5,00	1,00	4,00	0,11	48,85	22,98	4,35
Сорт 4	300	4,92	1,48	9,00	2,00	7,00	0,09	30,10	57,54	1,74
Сорт 5	300	4,82	1,22	8,00	2,00	6,00	0,07	25,27	68,55	1,46
Total	1126	4,41	1,64	9,00	1,00	8,00	0,05	37,18	90,26	1,11

¹Показатели: N — число учетов, шт.; M — среднее арифметическое, шт.; СКО — среднее квадратическое отклонение, шт.; max. — максимальное значение, шт.; min. — минимальное значение, шт.; Δ_{lim} — диапазон значений, шт.; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего, шт.; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента ($t_{05} = 68,55$; $t_{01} = 39,00$); P — относительная ошибка (точность опыта), %.

²Сорта: *Thuja occidentalis* f. *Mirjam* (сорт 1); *Thuja occidentalis* f. *Woodwardii* (сорт 2); *Thuja occidentalis* f. *Danica* (сорт 3); *Thuja occidentalis* f. *Tiny Tim* (сорт 4); *Thuja occidentalis* f. *Yellow Ribbon* (сорт 5).

Таблица 5

Коэффициент формы шишек сортовых растений туи западной^{1, 2}

Сорта	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Сорт 1	200	2,67	0,33	3,53	1,99	1,54	0,02	12,23	115,68	0,86
Сорт 2	167	2,21	0,17	2,53	1,89	0,64	0,01	7,61	169,74	0,59
Сорт 3	126	2,84	0,43	3,95	1,98	1,97	0,04	15,27	73,52	1,36
Сорт 4	300	2,64	0,27	3,45	2,12	1,33	0,02	10,15	170,73	0,59
Сорт 5	300	2,45	0,23	3,11	1,93	1,18	0,01	9,52	181,86	0,55
Total	1093	2,55	0,34	3,95	1,89	2,07	0,01	13,28	248,99	0,40

¹Показатели: N — число учетов, шт.; M — среднее арифметическое; СКО — среднее квадратическое отклонение; max. — максимальное значение; min. — минимальное значение; Δ_{lim} — абсолютный диапазон значений; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента ($t_{05} = 181,68$; $t_{01} = 115,68$); P — относительная ошибка или точность опыта, %.

²Сорта: *Thuja occidentalis* f. *Mirjam* (сорт 1); *Thuja occidentalis* f. *Woodwardii* (сорт 2); *Thuja occidentalis* f. *Danica* (сорт 3); *Thuja occidentalis* f. *Tiny Tim* (сорт 4); *Thuja occidentalis* f. *Yellow Ribbon* (сорт 5).

Наибольшее среднее значение указанного параметра ($0,07 \pm 0,0013$ г), отмеченное при замерах, выполненных 26 сентября 2022 г., у растений сорта *Thuja occidentalis* f. *Woodwardii* (сорт 2), превысило соответствующую меньшую оценку ($0,04 \pm 0,0005$ г), наблюдавшуюся при измерениях шишек сорта *Thuja occidentalis* f. *Yellow Ribbon* (сорт 5), в 1,75 раза или на 0,03 г. Среднее значение признака для обобщенного по всем учетным растениям массива данных в этом случае составило $0,05 \pm 0,0005$ г, а диапазон абсолютных лимитов — 0,10 г.

Не менее значимым показателем успешности протекания репродукционных процессов у туи западной при интродукции в Нижегородскую область является выход семян из шишек её сортовых растений (см. табл. 4). Как и в рассматриваемых выше примерах (см. табл. 1–3), данный показатель был достаточно вариabельным, и его наибольшее среднее значение ($4,94 \pm 0,09$ шт.), зафиксированное при измерениях шишек сорта 4 (*Thuja occidentalis* f. *Tiny Tim*), превысило соответствующую наименьшую величину ($2,60 \pm 0,11$ шт.), зафиксированную

при переработке шишек сорта 3 (*Thuja occidentalis* f. *Danica*), в 1,9 раза или на 1,34 шт. При этом, обобщенное среднее значение указанного признака было равно $4,41 \pm 0,05$ шт., а абсолютный диапазон — 8 шт.

Признаком, имеющим весомое идентификационное значение, выступает коэффициент формы шишек сортовых растений туи, который в большинстве случаев оказался наиболее стабильной характеристикой как в отношении индивидуальной изменчивости анализируемых растений при их интродукции в Нижегородскую область, так и на межсортовом уровне (см. табл. 5).

При слабо выраженной изменчивости данного показателя все же удалось обнаружить некоторые различия в его проявлениях: наибольшее среднее значение ($2,84 \pm 0,04$), отмеченное в процессе анализа морфометрических характеристик шишек у сорта 3 (*Thuja occidentalis* f. *Danica*), превысило соответствующую наименьшую величину ($2,21 \pm 0,01$), зафиксированную при аналогичных исследованиях шишек сорта 2 (*Thuja occidentalis* f.

Woodwardii), в 1,29 раза или на 0,63 единицы. Интегральная оценка для всего массива учетных растений по указанному производному признаку достигла $2,55 \pm 0,01$ единицы, а диапазон лимитов — 2,07 единицы.

Все полученные в ходе проведения рассматриваемого этапа исследований описательные статистики вполне достоверны и достаточно надежны, о чем свидетельствуют расчетные значения t-критерия Стьюдента, во много раз превысившие табличный порог как на 5-процентном, так и на 1-процентном уровне значимости, а также оценки точности опыта, согласно которым относительная ошибка не преодолела максимально допустимый рубеж в 5 %. В целом, достигнутые итоги работы свидетельствуют об успешном семеношении сор-

тов туи западной при интродукции в Нижегородскую область.

Выводы. 1. Туя западная (*Thuja Occidentalis* L.) в условиях интродукции в Нижегородскую область демонстрировала вполне удовлетворительное семеношение и развитие семян сортовых саженцев при их выращивании в открытом грунте дендрологического парка Нижегородской ГСХА.

2. Положительный результат, достигнутый по целому ряду показателей развития шишек туи западной (*Thuja Occidentalis* L.) и формированию в них семян, свидетельствует о перспективности её интродукции в регион и широких возможностях введения в ассортиментный состав искусственных насаждений различного целевого назначения и конструкций.

Список литературы

1. Бабаев Р. Н., Бессчетнова Н. Н. Перспективы лесных культур березы карельской в Российской Федерации и Республике Беларусь // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. межд. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общей редакцией Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 78–82.
2. 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
3. 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
4. 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
5. 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
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — № 2/326. — 2012. — С. 58–64.
7. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2 / 332. — С. 45–52.
8. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Наследственная обусловленность видоспецифичности тополей по содержанию крахмала в тканях // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2021. Т. 25, № 1. — С. 22–31. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-1-22-31
9. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Горелов А. Н. Влияние технологического режима на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной при кассетном выращивании в теплицах // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общей редакцией Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 87–93.
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., Клишина Л. И., Храмова О. Ю., Быченкова Т. Н., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Пигментный состав хвои сеянцев сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии — 2014. — Т. 4. — С. 36–51.
12. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Яханова Е. А., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Развитие ксилемы и лигнификация её клеток у сеянцев сосны с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 25–35.
13. Бессчетнов В. П., Кентбаев Е. Ж. Опыт зеленого черенкования облепихи крушиновидной в условиях юго-востока Казахстана // Лесной журнал. Известия высших учебных заведений. — 2018. — № 4. — С. 56–62. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.56.

14. Бессчетнов П. В., Бессчетнова Н. Н., Корреляция параметров листового аппарата тополей в условиях городских посадок // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2018. — № 1 (48). — С. 5–10.
15. Бессчетнов, П.В., Бессчетнова Н. Н. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 21–33.
16. Бессчетнов, П.В., Бессчетнова Н. Н. Специфика содержания крахмала в тканях побегов разных видов тополей // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 2 (26). — С. 23–34.
17. Бессчетнов П. В., Бессчетнова Н. Н., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Состояние и перспективы использования представителей рода тополь (*Populus L.*) в городских посадках в России, Беларуси и Казахстане // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 93–100.
18. 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 международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2007 г. Вып. 17. — Брянск: БГИТА, 2007. — С. 13–16.
19. Бессчетнова Н. Н. Скорость сезонного роста ксилемы в годичных побегах клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной печатная // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2008- № 2 (59). — 2008. — С. 4–10.
20. Бессчетнова Н. Н. Содержание основных пигментов в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2010. № 6 (75). — С. 4–10.
21. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала в побегах // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2010. — № 2 (9). — С. 49–55.
22. Бессчетнова Н. Н. Содержание водорастворимых сахаров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2011. Выпуск 28. — Брянск: БГТА, 2011. — С. 15–19.
23. Бессчетнова Н. Н. К методике определения периода критического обезвоживания хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2011. — № 2 (12). — С. 3–2.
24. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по темпам водопотери хвои // Лесной вестник / Forestry bulletin. — № 3 (79). — 2011. — С. 36–1.
25. Бессчетнова Н. Н. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов // Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии: Сборник научных статей. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2011. — № 1 (1). — С. 56–65.
26. Бессчетнова Н. Н. Содержание сухого вещества в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной / Н. Н. Бессчетнова // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2011. — № 5 (81). — С. 15–19.
27. Бессчетнова Н. Н. Корреляция показателей баланса воды и содержания сухого вещества в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (15). — С. 28–6.
28. Бессчетнова Н. Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 4/328. — С. 48–55.
29. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы // Вестник Саратовского государственного агроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 07. — С. 9–14.
30. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) по параметрам хвои в трехфакторном дисперсионном анализе // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2012. — № 6 (89). — С. 199–204.
31. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.
32. Бессчетнова Н. Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2013. — № 07. — С. 11–15.
33. Бессчетнова Н. Н. Генотипическая неидентичность плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала // Известия Оренбургского аграрного университета. — 2013. — № 4 (42). — С. 20–23.
34. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*). Эффективность отбора плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — 464 с.
35. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2014. — 368 с.
36. 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. Сб. науч. статей / отв. ред. Э. А. Курбанов. Йошкар-Ола: Поволжский гос. технологический университет, 2016. — С. 132–141.
37. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Индекс генотипического несходства плюсовых деревьев как критерий их совместимости на лесосеменных плантациях // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общей редакцией

Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2016 г. Выпуск 44. — Брянск: БГИТУ, 2016. — С. 13–16.

38. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — Вып. 232. — С. 92–104. DOI: 10.21266/2079–4304.2020.232.92–104

39. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Вышегородцев А. В., Широков А. И., 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 Межд. науч.-тех. конф. Екатеринбург, 2–4 февраля 2021 г. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2021. — С. 55–59.

40. 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: 10.21178/2079–6080.2022.2.18

41. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Котынова М. Ю. Сезонный характер содержания пигментов в хвое декоративных форм и сортов туи западной в условиях Нижегородской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. — 2022. — № 3. — С. 38–58. DOI 10.21178/2079–6080.2022.3.38

42. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Михалюк А. В., Горелов А. Н., Орнатский А. Н. Изменчивость и корреляция таксационных показателей плюсовых деревьев сосны обыкновенной на лесосеменной плантации во Владимирской области // Хвойные бореальной зоны. — 2022. — Т. XL, № 4. — С. 259–268.

43. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Носов, С. С. Влияние технологических элементов на рост и развитие сеянцев ели европейской при контейнерном выращивании // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. научн.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 107–114.

44. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Храмова О. Ю., Дорожкина Л. А. Стимулирующий эффект препарата Эко-Фус в предпосевной обработке семян ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.) // Агрохимический вестник. — 2017. — № 2. — С. 41–44.

45. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2021. — № 5 (383). — С.: 48–64. DOI: 10.37482/0536–1036–2021–5–48–64

46. Бессчетнова Н. Н., Есичева Н. А. Оценка фотосинтетической способности хвои клонов плюсовых деревьев сосны лапландской (*Pinus silvestris* L. Subsp. *Lapponica* Fries.) в условиях Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 123–131.

47. Бессчетнова Н. Н., Котынова М. Ю., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Пигментный состав хвои туи западной (*Thuja occidentalis* L.) в озеленительных посадках г. Нижнего Новгорода // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 132–138.

48. Бессчетнова Н. Н., Кулькова А. В., Вышегородцев А. В., Широков А. И. Укореняемость черенков тиса канадского (*Taxus canadensis* Marshall) в экологических условиях Нижегородского Поволжья // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы междунар. науч.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 139–145.

49. 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 Междунар. науч.-технич. Конф.: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. Ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 13–15.

50. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н. Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) при интродукции // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК. Матер. Всеросс. конф. молодых ученых, посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА: г. Нижний Новгород, 15 декабря 2015 г. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. — С. 14–18.

51. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Содержание жиров в тканях побегов лиственницы сибирской в условиях интродукции в Нижегородскую область // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 180–190.

52. 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.

53. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Наследственная обусловленность пигментного состава хвои представителей рода лиственница // 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

54. 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.

55. Кентбаев Е. Ж., Бессчетнов В. П., Кентбаева Б. А., Бессчетнова Н. Н. Облепиха в Казахстане. — Алматы: ТОО Лантар Трейд, 2021. — 321 с. ISBN 978-601-7659-84-4.
56. 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.
57. Котынова М. Ю., Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Укоренение черенков декоративных форм туи западной (*Thuja Occidentalis* L.) в теплицах // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Матер. XVIII Междунар. научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 147–149.
58. Леонтьев И. Ф., Бессчетнова Н. Н. Интродукция псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в правобережье Волги на территории Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Межд. научн.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 193–199.
59. 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 Межрегион. науч.-практ. конф. (с междунар. участием): 23–24 сентября 2021 г. / под ред. А. Н. Лукьянова. — Барнаул: Изд-во Алтайского университета, 2021. — С. 77–81.
60. Оганян Т. А., Бессчетнов В. П. Эффективность черенкования видов из рода можжевельник в защищенном грунте // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова.: Сборник научных трудов по итогам междунар. научно-практической конференции, 1–30 ноября 2020 г. Выпуск 58. — Брянск: БГИТУ, 2020. — С. 120–124.
61. Улитин М. М., Бессчетнов В. П. Сравнительная оценка таксационных показателей лесных культур лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) при интродукции в Нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2020. № 6. С. 33–41. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-33-41
62. 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 // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2022. № 4. С. 39–51. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-4-39-51
63. Khramov R., Martynova N., Besschetnova N., Besschetnov V., Luponosov Y. 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. 01017.1–01017.7. DOI: 10.1051/bioconf/20224201017
64. Martynova N. & Besschetnova N. & Besschetnov V. & Martynov R. 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

Информация об авторах

МИРОНОВА Татьяна Андреевна, — магистрантка 3 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — интродукция и биология декоративных древесных и кустарниковых пород. E-mail: tatyana.mir99@mail.ru

ХАНИЯВИН Александр Игоревич — аспирант кафедры лесных культур 2 года обучения, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — интродукция и биология декоративных древесных и кустарниковых пород. Автор 7 научных публикаций, SPIN-код: 1662-6196. E-mail: haniavin@mail.ru

САВАТЕЕВ Петр Николаевич — бакалавр 2 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — интродукция и биология декоративных древесных и кустарниковых пород. E-mail: lesfak@bk.ru

SEED BEARING OF VARIETIES OF WESTERN THUJA DURING INTRODUCTION TO THE NIZHNY NOVGOROD REGION

T. A. Mironova, A. I. Khanyavin, P. N. Savateev

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Resume. The process of seed-bearing of ornamental varieties of Western thuja (*Thuja Occidentalis* L.) during its introduction to the Nizhny Novgorod region was studied. The relevance of the work is determined by the existing need to improve technologies for the production of planting material for a wide list of types of trees and shrubs used in the

creation of urban landscaping. The formation of their assortment involves the active involvement of the most adapted to local conditions representatives of the non-district flora. Among them, the western thuja is very promising, suitable for inclusion in urban landscaping systems of various functional profiles and structures. Reproductively mature plants of this species with vegetative origin were selected as the object of research. They are located on the territory of the arboretum Park of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy with coordinates 56°14'32.7''N 43°57'20.7''E and an absolute height of 178 m. The calculations and measurements were carried out within the framework of stationary and laboratory field experiments. Morphometric indicators of cones of various varieties of thuja were considered as the subject of the study. It was found that the parameters of the cones of the studied varieties when they are grown on a leveled ecological background differ markedly. Satisfactory formation and maturation of thuja cones were recorded in the conditions of introduction to the Nizhny Novgorod region.

Keywords: western thuja, introduction, seed bearing, cones, seeds, morphometry.

УДК:630*232:631.524.84

ФОРМИРОВАНИЕ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ САЖЕНЦЕВ СОСНЫ ГОРНОЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В НИЖЕГОРОДСКУЮ ОБЛАСТЬ

О. А. Подковырина, А. Б. Захаров, В. Е. Запольнов, Е. И. Мамонов

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Резюме. Изучали эффективность выращивания саженцев сосны горной (*Pinus mugo Turra.*) в питомнике открытого грунта при её интродукции в Нижегородскую область. Актуальность работы определена существующей потребностью в совершенствовании технологий производства посадочного материала широкого списка видов деревьев и кустарников, используемых в создании городских озеленительных насаждений. Для формирования их ассортимента привлекаются наиболее адаптированные к местным условиям интродуценты. В их числе весьма перспективна сосна горная, пригодная для создания искусственных насаждений различного функционального профиля и конструкций. Объектом исследований были выбраны саженцы указанного вида, имеющие семенной происхождение. Они выращивались на опытном питомнике Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии с координатами 56°14'32.7''N 43°57'20.7''E и абсолютной высотой — 178 м. Учеты и измерения выполнены в рамках полевых стационарных и лабораторных опытов. В качестве предмета исследования рассматривались показатели роста надземной части саженцев. Установили, что Количественные параметры надземной части саженцев сосны горной при их выращивании на протяжении 2 лет в школьном отделении питомника открытого грунта к биологическому возрасту 4 года достигли величин, обеспечивающих их успешную пересадку в школьное отделение следующего порядка и контейнеры большего объема. Зафиксировали, активный рост и развитие надземной части исследованных саженцев сосны горной в условиях интродукции в Нижегородскую область.

Ключевые слова: сосна горная, интродукция, размножение, саженцы, питомник открытого грунта, рост надземной части.

Введение. Перспективность интродукции древесных и кустарниковых растений связана с назревшей потребностью в совершенствовании и оптимизации ассортиментного состава городских искусственных насаждений. Экологическая обстановка в границах урбанизированных территорий на современном этапе нередко носит признаки напряженности и существенно отклоняется от норм комфортности для населения. Нижний Новгород и другие крупные населенные пункты нашей области характеризуются аналогичными параметрами среды. Вместе с тем, специалисты, участвующие в её формировании, имеют в своем арсенале эффективное средство — насаждения из деревьев и кустарников, способные эф-

фективно выполнять санитарно-гигиенические, декоративно-эстетические и рекреационно-бальнеологических функции [13,38]. Успех осуществляемых в означенном направлении мероприятий во многом обусловлен взвешенным выбором ассортимента видов древесных растений, что зачастую предполагает привлечение широкого списка представителей инорайонной флоры. В возникшей ситуации кафедра лесных культур Нижегородской ГСХА последовательно ведет разностороннюю работу с широким списком экзотов [1,6,10–13,39–54]. На базе накопленного опыта её сотрудниками предметно изучаются особенности их физиологического состояния [6,34], включая водный режим [14,19,20,32] и баланс сухого вещества [22,23],

пигментный состав и морфологию фотосинтезирующего аппарата [7,10,16,21,26–28,31,33,38–40], содержание и соотношение запасных веществ, [2,4,11,12,17,18,24,29,33], развитие и лигнификацию ксилемы [1,3,8,15,25]. Для их интеграции в хозяйственный оборот необходим устойчивый выпуск посадочного материала, тиражирование которого требует мобилизации самых разных технологий [9,50,52,55,56]. Для достижения этого детально исследуются посевные качества семян и их обработка стимулирующими препаратами [37,54], анализируются различные режимы применения удобрений в прогрессивных вегетационных сооружениях [5,35]. В Нижегородском Поволжье сосна горная (*Pinus mugo* Turta.) относится к инорайонным видам, которые лишь в последнее время стали широко вводиться в элементы ландшафта [43]. Следует отметить, что её распространение, как правило, ограничивается отсутствием регионально адаптированных технологий производства товарных саженцев данной породы, слабой изученностью особенностей её биологии в новых условиях, крайней ограниченностью семенной базы. Работ такого плана у нас пока еще мало, научные изыскания в указанном направлении недостаточно активны, а публикации по данной тематике крайне малочисленны.

Цель исследований — определить эффективность выращивания многолетних саженцев сосны горной в питомнике открытого грунта и оценить перспективность применяемых технологий в условиях Нижегородской области.

Объекты, условия и методы. Объектом исследований служили саженцы сосны горной, представленные в рядовых посадках школьного отделения опытного питомника Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. Его географические координаты 56°14'32.7"N 43°57'20.7"E, а высота над уровнем моря 178 м. Предметом исследования являлись процессы формирования надземной части саженцев сосны горной в условиях интродукции. Выдвижение гипотезы о возможности её успешного расселения в указанной местности во многом обоснована тем, что по лесорастительному районированию она относится к зоне хвойно-широколиственных лесов, хвойно-широколиственному лесному району Европейской части Российской Федерации (3 лесорастительный район). В нем расположены места естественного обитания близкого в плане экологических реакций и родственного в систематическом отношении вида — сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*

L.) [30–32], созданы её лесные культуры [36,49], объекты постоянной лесосеменной базы и единого генетико-селекционного комплекса [14–26,30–32], а также получен положительный опыт переноса её климатипов в указанную местность [40].

В работе реализованы полевые стационарные и лабораторные методы. В методологическом плане они базируются на соблюдении принципа единственного логического различия и важнейших требований к организации опыта — типичности, пригодности, целесообразности и надежности. С учетом обозначенного подхода все учеты проводили одновременно. В выборку включали только нормально развитые растения без видимых повреждений и без признаков заболеваний. Биометрирование саженцев выполняли с инструментальной фиксацией следующих показателей: высота и линейные приросты — линейкой с точностью до 1 мм; диаметр ствола у шейки корня — электронным штангенциркулем (Electronic Digital Caliper — G06064731) с точностью до 0,1 мм. Количество апикальных и боковых почек определялось визуальным подсчетом. Итоговое количество задействованных в опыте учетных растений — 534 шт. В анализе использовали производные признаки, обеспечивающие определение значений тех характеристик исследуемых объектов, которые недоступны для контактного учета и измерений, а также получение количественного выражения всевозможных качественных показателей [2,21,23–31,33,38].

Результаты и обсуждение. Количественные параметры надземной части саженцев сосны горной при их выращивании на протяжении 2 лет в школьном отделении питомника открытого грунта к биологическому возрасту 4 года достигли величин, обеспечивающих их успешную пересадку в школьное отделение следующего порядка и контейнеры большего объема (табл. 1–5). При выраженной стабильности средних величин наблюдалась хорошо заметная изменчивость диаметра корневой шейки саженцев (см. табл. 1). Анализируя статистические данные по этому параметру (замер от 05.07.2021 г.), можно заметить, что наибольшее среднее значение ($4,19 \pm 0,11$ мм) зафиксировано в 3 ряду, а наименьшая величина показателя ($3,19 \pm 0,11$ мм) — в 8 ряду.

Разница между наибольшим и наименьшим значением составила 0,99 мм, а превышение — в 1,31 раза. На данном участке 15 сентября 2021 года был произведен повторный замер показателей, который наряду с возрастанием значений также обна-

Таблица 1

Диаметр корневой шейки саженцев сосны горной¹

Варианты	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Первый срок учета (05.07.2021 г.)										
Ряд-1	41	3,79	1,19	6,80	2,00	4,80	0,19	31,29	20,46	4,89
Ряд-2	72	3,77	1,13	7,10	1,30	5,80	0,13	30,11	28,18	3,55
Ряд-3	84	4,19	1,03	7,00	1,50	5,50	0,11	24,60	37,26	2,68
Ряд-4	84	3,78	1,15	6,90	1,40	5,50	0,13	30,42	30,13	3,32
Ряд-5	105	3,51	1,03	7,30	1,20	6,10	0,10	29,42	34,83	2,87
Ряд-6	49	3,40	1,12	7,20	1,30	5,90	0,16	32,86	21,30	4,69
Ряд-7	45	4,01	1,15	6,80	1,50	5,30	0,17	28,59	23,46	4,26
Ряд-8	54	3,19	0,83	5,00	1,40	3,60	0,11	26,03	28,23	3,54
Total ₁	534	3,71	1,11	7,30	1,20	6,10	0,05	29,91	77,25	1,29
Второй срок учета (15.09.2021 г.)										
Ряд-1	41	4,32	1,17	7,30	2,70	4,60	0,18	27,04	23,68	4,22
Ряд-2	72	4,20	1,13	7,50	1,60	5,90	0,13	26,83	31,63	3,16
Ряд-3	84	4,61	1,03	7,50	2,00	5,50	0,11	22,26	41,18	2,43
Ряд-4	84	4,26	1,14	7,40	2,00	5,40	0,12	26,70	34,33	2,91
Ряд-5	105	4,01	1,02	8,00	2,00	6,00	0,10	25,37	40,38	2,48
Ряд-6	49	3,92	1,12	8,00	2,00	6,00	0,16	28,52	24,55	4,07
Ряд-7	45	4,51	1,19	7,30	2,00	5,30	0,18	26,37	25,44	3,93
Ряд-8	54	3,65	0,80	5,30	2,00	3,30	0,11	21,85	33,63	2,97
Total ₂	41	4,32	1,17	7,30	2,70	4,60	0,18	27,04	23,68	4,22

¹Показатели: N — число учетов, мм; M — среднее арифметическое, мм; СКО — среднеквадратическое отклонение, мм; max. — максимальное значение, мм; min. — минимальное значение, мм; Δ_{lim} — диапазон значений, мм; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего, мм; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента ($t_{05} = 1,98$; $t_{01} = 2,63$); P — относительная ошибка или точность опыта, %.

Таблица 2

Протяженности осевого побега прошлого года у сосны горной¹

Варианты	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Первый срок учета (05.07.2021 г.)										
Ряд-1	41	10,61	4,09	19,50	4,00	15,50	0,64	38,55	16,61	6,02
Ряд-2	72	10,27	3,68	22,00	2,50	19,50	0,43	35,86	23,66	4,23
Ряд-3	84	11,12	3,28	21,50	4,00	17,50	0,36	29,53	31,04	3,22
Ряд-4	84	13,38	4,12	23,50	4,50	19,00	0,45	30,82	29,74	3,36
Ряд-5	105	11,36	4,41	22,00	3,00	19,00	0,43	38,79	26,42	3,79
Ряд-6	49	13,59	4,01	23,00	5,50	17,50	0,57	29,47	23,75	4,21
Ряд-7	45	12,34	3,10	18,00	4,00	14,00	0,46	25,13	26,69	3,75
Ряд-8	54	9,80	3,68	18,00	2,00	16,00	0,50	37,54	19,58	5,11
Total ₁	534	11,56	4,04	23,50	2,00	21,50	0,18	34,98	66,07	1,51
Второй срок учета (15.09.2021 г.)										
Ряд-1	41	10,61	4,09	19,50	4,00	15,50	0,64	38,55	16,61	6,02
Ряд-2	72	9,99	3,91	22,00	2,00	20,00	0,46	39,18	21,66	4,62
Ряд-3	84	11,12	3,28	21,50	4,00	17,50	0,36	29,53	31,04	3,22
Ряд-4	84	13,38	4,12	23,50	4,50	19,00	0,45	30,82	29,74	3,36
Ряд-5	105	11,36	4,41	22,00	3,00	19,00	0,43	38,79	26,42	3,79
Ряд-6	49	13,59	4,01	23,00	5,50	17,50	0,57	29,47	23,75	4,21
Ряд-7	45	12,34	3,10	18,00	4,00	14,00	0,46	25,13	26,69	3,75
Ряд-8	54	9,80	3,68	18,00	2,00	16,00	0,50	37,54	19,58	5,11
Total ₂	534	11,53	4,09	23,50	2,00	21,50	0,18	35,45	65,18	1,53

¹Показатели: N — число учетов, см; M — среднее арифметическое, см; СКО — среднеквадратическое отклонение, см; max. — максимальное значение, см; min. — минимальное значение, см; Δ_{lim} — диапазон значений, см; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего, см; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента ($t_{05} = 1,98$; $t_{01} = 2,63$); P — относительная ошибка или точность опыта, %.

Текущий прирост саженцев сосны горной в высоту¹

Варианты	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Первый срок учета (05.07.2021 г.)										
Ряд-1	41	3,95	3,36	15,00	0,30	14,70	0,53	85,19	7,52	13,30
Ряд-2	72	5,26	3,90	17,00	0,30	16,70	0,46	74,09	11,45	8,73
Ряд-3	84	4,65	2,95	15,00	0,30	14,70	0,32	63,45	14,44	6,92
Ряд-4	84	4,62	3,14	12,00	0,30	11,70	0,34	67,94	13,49	7,41
Ряд-5	105	6,30	3,19	15,00	0,30	14,70	0,31	50,60	20,25	4,94
Ряд-6	49	4,57	2,63	14,50	0,30	14,20	0,38	57,62	12,15	8,23
Ряд-7	45	3,46	1,75	8,00	0,30	7,70	0,26	50,69	13,23	7,56
Ряд-8	54	6,71	4,02	17,00	0,30	16,70	0,55	59,95	12,26	8,16
Total ₁	534	5,10	3,35	17,00	0,30	16,70	0,14	65,65	35,20	2,84
Второй срок учета (15.09.2021 г.)										
Ряд-1	41	4,21	3,40	15,50	0,50	15,00	0,53	80,92	7,91	12,64
Ряд-2	72	5,42	3,85	17,00	0,50	16,50	0,45	71,10	11,93	8,38
Ряд-3	84	4,80	2,89	15,00	0,50	14,50	0,32	60,31	15,20	6,58
Ряд-4	84	4,78	3,05	12,00	0,50	11,50	0,33	63,89	14,35	6,97
Ряд-5	105	6,50	3,06	15,00	0,50	14,50	0,30	47,13	21,74	4,60
Ряд-6	49	4,95	2,63	14,90	0,50	14,40	0,38	53,13	13,18	7,59
Ряд-7	45	3,87	1,73	8,30	0,50	7,80	0,26	44,70	15,01	6,66
Ряд-8	54	7,16	4,04	17,00	0,50	16,50	0,55	56,35	13,04	7,67
Total ₂	534	5,34	3,30	17,00	0,50	16,50	0,14	61,84	37,37	2,68

¹Показатели: N — число учетов, см; M — среднее арифметическое, см; СКО — среднеквадратическое отклонение, см; max. — максимальное значение, см; min. — минимальное значение, см; Δ_{lim} -диапазон значений, см; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего, см; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента ($t_{05} = 1,98$; $t_{01} = 2,63$); P — относительная ошибка или точность опыта, %.

ружил наибольшее среднее значение ($4,61 \pm 0,11$ мм) в 3 ряду, а наименьшее ($3,65 \pm 0,11$ мм) — в 8 ряду. В этом случае разница между показателями достигла 0,96 м, что сформировало превышение в 1,26 раза.

Важной характеристикой динамичного развития надземной части саженцев сосны горной является протяженности прошлогодней прироста их осевого побега (см. табл. 2). По указанному признаку разброс данных был несколько выше, и в первый срок наблюдений наибольшее среднее значение ($13,38 \pm 0,45$ см) было отмечено в 4 ряду, а соответствующая наименьшая величина показателя ($9,80 \pm 0,50$ см) — зафиксирована в 8 ряду.

Такие оценки создали разницу между ними в пределах 3,79 см или в 1,38 раза. При повторном замере наибольшая величина ($13,59 \pm 0,57$ см) присутствовала в 6 ряду, а наименьшая, также как и в первом сроке учета, была зафиксирована в 8 ряду ($9,80 \pm 0,50$ см). Разница между ними составила 3,79 см с превышением в 1,38 раза.

Протяженность текущего прироста центрального побега в высоту в обследованной совокупности растений оказалась весьма нестабильным

показателем (см. табл. 3). Наибольшее среднее значение по данному параметру при первом замере от 5 июля 2021 г. ($6,71 \pm 0,55$ см), отмеченное в 8 ряду, превысило меньшую соответствующую оценку ($3,46 \pm 0,26$ см), наблюдавшуюся в 7 ряду, в 1,94 раза или на 3,25 см. Замер от 15 сентября подтвердил сохранение позиций повторностей опыта и показал, что наибольшее среднее значение в 8 ряду ($7,16 \pm 0,55$ см) превосходило наименьшее значение ($3,87 \pm 0,26$ см) в 7 ряду в 1,85 раза или на 3,29 см.

Наиболее информативным параметром рассматриваемых в опыте саженцев выступала их общая полная высота (см. табл. 4). Как и в рассматриваемых выше примерах, данный показатель был весьма вариабельным, и в первый срок наблюдений его наибольшее среднее значение ($18,16 \pm 0,74$ см), отмеченное в 6 ряду, превысило соответствующую наименьшую величину ($14,56 \pm 0,86$ см), зафиксированную в 1 ряду, в 1,24 раза или на 3,60 см.

Из повторного замера, проведенного в сентябре, видим, что выявленные соотношения в величинах разных вариантов опыта оказались весьма стабильными, и разница между наибольшим значением в 6 ряду ($18,54 \pm 0,74$ см) и наименьшим

Общая полная высота саженцев сосны горной¹

Варианты	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Первый срок учета (05.07.2021 г.)										
Ряд-1	41	14,56	5,53	30,00	4,30	25,70	0,86	37,99	16,85	5,93
Ряд-2	72	15,53	5,95	32,00	4,00	28,00	0,70	38,29	22,16	4,51
Ряд-3	84	15,77	4,43	25,00	6,30	18,70	0,48	28,07	32,65	3,06
Ряд-4	84	17,99	5,92	31,00	6,80	24,20	0,65	32,88	27,87	3,59
Ряд-5	105	17,66	5,50	34,00	5,00	29,00	0,54	31,12	32,92	3,04
Ряд-6	49	18,16	5,20	31,50	8,30	23,20	0,74	28,62	24,46	4,09
Ряд-7	45	15,80	3,56	22,00	7,00	15,00	0,53	22,54	29,77	3,36
Ряд-8	54	16,50	6,66	30,00	4,00	26,00	0,91	40,34	18,22	5,49
Total ₁	534	16,66	5,54	34,00	4,00	30,00	0,24	33,24	69,52	1,44
Второй срок учета (15 сентября 2021 г.)										
Ряд-1	41	14,82	5,60	30,50	4,50	26,00	0,87	37,76	16,96	5,90
Ряд-2	72	15,41	6,27	32,00	2,50	29,50	0,74	40,69	20,86	4,79
Ряд-3	84	15,92	4,42	25,00	6,50	18,50	0,48	27,79	32,99	3,03
Ряд-4	84	18,15	5,87	31,00	7,00	24,00	0,64	32,35	28,33	3,53
Ряд-5	105	17,86	5,41	34,00	5,50	28,50	0,53	30,28	33,85	2,95
Ряд-6	49	18,54	5,15	31,90	8,50	23,40	0,74	27,79	25,19	3,97
Ряд-7	45	16,22	3,54	22,50	7,60	14,90	0,53	21,83	30,74	3,25
Ряд-8	54	16,96	6,69	30,60	4,30	26,30	0,91	39,45	18,63	5,37
Total ₂	534	16,87	5,58	34,00	2,50	31,50	0,24	33,05	69,91	1,43

¹Показатели: N — число учетов, см; M — среднее арифметическое, см; СКО — среднеквадратическое отклонение, см; max. — максимальное значение, см; min. — минимальное значение, см; Δ_{lim} — диапазон значений, см; $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего, см; Cv, — коэффициент вариации, %; t — критерий Стьюдента ($t_{05} = 1,98$; $t_{01} = 2,63$); P — относительная ошибка или точность опыта, %.

средним значениям в 1 ряду ($14,82 \pm 0,87$ см) была равна 3,72 см, что образовало превосходство одних над другими в 1,25 раза. В целом достигнутые итоги работы свидетельствуют об успешном росте саженцев сосны горной в школьном отделении питомника.

Выводы

1. Сосна горная (*Pinus mugo* Turra.) в условиях интродукции в Нижегородскую область продемонстрировала вполне удовлетворительный рост

и развитие надземной части четырехлетних саженцев при их выращивании в питомнике открытого грунта.

2. Положительный результат, достигнутый по целому ряду показателей развития надземной части саженцев сосны горной, свидетельствует о перспективности её интродукции в регион и широких возможностях введения в ассортиментный состав искусственных насаждений различного целевого назначения и конструкций.

Список литературы

- 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
- Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методом многомерного анализа // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — № 2/326. — 2012. — С. 58–64.
- Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2 / 332. — С. 45–52.
- Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов П.В. Наследственная обусловленность видоспецифичности тополей по содержанию крахмала в тканях // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2021. Т. 25, № 1. — С. 22–31. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-1-22-31
- Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Горелов А.Н. Влияние технологического режима на рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной при кассетном выращивании в теплицах // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной

научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общей редакцией Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 87–93.

6. 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

7. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Клишина Л.И., Храмова О.Ю., Быченкова Т.Н., Горелова З.В., Соколова А.А., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А., Шабалина М.В. Пигментный состав хвои сеянцев сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии — 2014. — Т. 4. — С. 36–51.

8. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Яханова Е.А., Горелова З.В., Соколова А.А., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А., Шабалина М.В. Развитие ксилемы и лигнификация её клеток у сеянцев сосны с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 25–35.

9. Бессчетнов В.П., Кентбаев Е.Ж. Опыт зеленого черенкования облепихи крушиновидной в условиях юго-востока Казахстана // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2018. — № 4. — С. 56–62. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.56.

10. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Корреляция параметров листового аппарата тополей в условиях городских посадок // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2018. — № 1 (48). — С. 5–10.

11. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 21–33.

12. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Специфика содержания крахмала в тканях побегов разных видов тополей // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 2 (26). — С. 23–34.

13. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н., Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б.А. Состояние и перспективы использования представителей рода тополь (*Populus L.*) в городских посадках в России, Беларуси и Казахстане // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 93–100.

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 международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2007 г. Вып. 17. — Брянск: БГИТА, 2007. — С. 13–16.

15. Бессчетнова Н.Н. Скорость сезонного роста ксилемы в годичных побегах клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной печатная // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2008- № 2 (59). — 2008. — С. 4–10.

16. Бессчетнова Н.Н. Содержание основных пигментов в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2010. № 6 (75). — С. 4–10.

17. Бессчетнова Н.Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала в побегах // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2010. — № 2 (9). — С. 49–55.

18. Бессчетнова Н.Н. Содержание водорастворимых сахаров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2011. Выпуск 28. — Брянск: БГТА, 2011. — С. 15–19.

19. Бессчетнова Н.Н. К методике определения периода критического обезвоживания хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2011. — № 2 (12). — С. 3–2.

20. Бессчетнова Н.Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по темпам водопотери хвои // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2011. — № 3 (79). — С. 36–40.

21. Бессчетнова Н.Н. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов // Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии: Сборник научных статей. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2011. — № 1 (1). — С. 56–65.

22. Бессчетнова Н.Н. Содержание сухого вещества в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2011. — № 5 (81). — С. 15–19.

23. Бессчетнова Н.Н. Корреляция показателей баланса воды и содержания сухого вещества в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (15). — С. 28–6.

24. Бессчетнова Н.Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 4/328. — С. 48–55.

25. Бессчетнова Н.Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы // Вестник Саратовского государственного агроуниверситета им. Н.И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 07. — С. 9–14.

26. Бессчетнова Н.Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) по параметрам хвои в трехфакторном дисперсионном анализе // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2012. — № 6 (89). — С. 199–204.

27. Бессчетнова Н.Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.

28. Бессчетнова Н. Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2013. — № 07. — С. 11–15.
29. Бессчетнова Н. Н. Генотипическая неидентичность плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала // Известия Оренбургского аграрного университета. — 2013. — № 4 (42). — С. 20–23.
30. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — 464 с.
31. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2014. — 368 с.
32. 34. 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. Сб. науч. статей / отв. ред. Э. А. Курбанов. Йошкар-Ола: Поволжский гос. технологический университет, 2016. — С. 132–141.
33. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Индекс генотипического несходства плюсовых деревьев как критерий их совместимости на лесосеменных плантациях // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2016 г. Выпуск 44. — Брянск: БГИТУ, 2016. — С. 13–16.
34. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — Вып. 232. — С. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104
35. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Носов, С. С. Влияние технологических элементов на рост и развитие сеянцев ели европейской при контейнерном выращивании // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. научн.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 107–114.
36. 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
37. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Храмова О. Ю., Дорожкина Л. А. Стимулирующий эффект препарата Эко-Фус в предпосевной обработке семян ели европейской (*Picea abies* (L.) N. Karst.) // Агрохимический вестник. — 2017. — № 2. — С. 41–44.
38. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2021. — № 5. — С. 48–64. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-48-64
39. 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.
40. Бессчетнова Н. Н., Есичева Н. А. Оценка фотосинтетической способности хвои клонов плюсовых деревьев сосны лапландской (*Pinus silvestris* L. Subsp. *Lapponica* Fries.) в условиях Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 123–131.
41. Бессчетнова Н. Н., Котынова М. Ю., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Пигментный состав хвои туи западной (*Thuja occidentalis* L.) в озеленительных посадках г. Нижнего Новгорода // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 132–138.
42. Бессчетнова Н. Н., Кулькова А. В., Вышегородцев А. В., Широков А. И. Укореняемость черенков тиса канадского (*Taxus canadensis* Marshall) в экологических условиях Нижегородского Поволжья // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы междунар. науч.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 139–145.
43. 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 Междунар. науч.-технич. конф.: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 13–15.
44. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н. Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) при интродукции // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК. Матер. Всеросс. конф. молодых ученых, посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА: Нижний Новгород, 15 декабря 2015 г. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. — С. 14–18.
45. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Содержание жиров в тканях побегов лиственницы сибирской в условиях интродукции в Нижегородскую область // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 180–190.

46. 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.
47. 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
48. 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.
49. 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. Матер. XVIII Междунар. науч.-тех. конф.: г. Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С.М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 60–62.
50. Котынова М.Ю., Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н.Н. Укоренение черенков декоративных форм туи западной (*Thuja Occidentalis* L.) в теплицах // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Матер. XVIII Междунар. научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С.М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 147–149.
51. Леонтьев И.Ф., Бессчетнова Н.Н. Интродукция псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в правобережье Волги на территории Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. науч.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н.Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 193–199.
52. Оганян Т.А., Бессчетнов В.П. Эффективность черенкования видов из рода можжевельник в защищенном грунте // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е.А. Памфилова.: Сборник научных трудов по итогам междунар. научно-практической конференции, 1–30 ноября 2020 г. Выпуск 58. — Брянск: БГИТУ, 2020. — С. 120–124.
53. Улитин М.М., Бессчетнов В.П. Сравнительная оценка таксационных показателей лесных культур лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) при интродукции в Нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2020. № 6. С. 33–41. DOI: 10.37482/0536–1036–2020–6–33–41
54. 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 // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2022. № 4. С. 39–51. DOI: 10.37482/0536–1036–2022–4–39–51
55. Khramov R., Martynova N., Besschetnova N., Besschetnov V., Luponosov Y. 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. 01017.1–01017.7. DOI: 10.1051/bioconf/20224201017
56. Martynova N. & Besschetnova N. & Besschetnov V. & Martynov R. 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

Информация об авторах

ПОДКОВЫРИНА Ольга Александровна — магистрант 2 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — интродукция и биология древесных и кустарниковых пород., e-mail: podkovyrina98@yandex.ru

ЗАХАРОВ Алексей Борисович — кандидат биологических наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — экология и биология древесных и кустарниковых пород. Автор 14 научных публикаций. Алексей Захаров E-mail: 89026892473z@gmail.com

ЗАПОЛЬНОВ Вадим Евгеньевич — бакалавр 3 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — интродукция экология и биология древесных и кустарниковых пород, автор 3 научных публикаций. e-mail: E-mail: zapolnov.vadim2002@mail.ru

МАМОНОВ Евгений Иванович — бакалавр 3 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — интродукция экология и биология древесных и кустарниковых пород, автор 3 научных публикаций. E-mail: zmamonov@list.ru

FORMATION OF THE ABOVEGROUND PART OF MOUNTAIN PINE SEEDLINGS DURING INTRODUCTION TO THE NIZHNY NOVGOROD REGION

O. A. Podkovyrina, A. B. Zakharov, V. E. Zapolnov, E. I. Mamonov
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Resume. The effectiveness of growing mountain pine seedlings (*Pinus mugo* Turra.) in an open ground nursery during its introduction to the Nizhny Novgorod region was studied. The relevance of the work is determined by the existing need to improve technologies for the production of planting material for a wide list of types of trees and shrubs used in the creation of urban landscaping. To form their assortment, the most locally adapted introducers are attracted. Among them, mountain pine is very promising, suitable for creating artificial plantings of various functional profiles and structures. The object of research was selected seedlings of the specified species, having a seed origin. They were grown at the experimental nursery of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy with coordinates 56°14'32.7''N 43°57'20.7''E and an absolute height of 178 m. The calculations and measurements were carried out in the framework of field stationary and laboratory experiments. The growth indicators of the aboveground part of seedlings were considered as the subject of the study. It was established that the quantitative parameters of the aboveground part of mountain pine seedlings when they were grown for 2 years in the school department of the nursery of the open ground by the biological age of 4 years reached values that ensure their successful transplantation into the school department of the next order and larger containers. The active growth and development of the aboveground part of the studied mountain pine seedlings were recorded in the conditions of introduction to the Nizhny Novgorod region.

Keywords: mountain pine, introduction, reproduction, seedlings, open ground nursery, aboveground growth.

УДК 635.92

ЛАНДШАФТНО-АРХИТЕКТУРНОЕ РЕШЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ДЕТСКОГО САДА

Г. Н. Стругова, Н. Р. Сунгурова, Ю. В. Александрова
Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова,
Архангельск, Россия

Аннотация. Зеленые насаждения на территории дошкольных учреждений играют очень важную роль. С одной стороны, они являются экологическим звеном территории, выполняя saniрующую, микроклиматическую, ветро-защитную функции. С другой стороны, они участвуют в образовательном и воспитательном процессе. В результате проведенных исследований в городе Архангельске, установлено, что количество растений (деревьев 43 шт., кустарников 1040 шт.), имеющих на дворовой территории детского сада не соответствует санитарным нормам и правилам. Также среди высаженных экземпляров присутствуют виды, которые должны быть убраны с участка (ландыш майский, осина, калина). Для формирования эстетически приятной, психологически комфортной и безопасной среды для нормального развития и воспитания дошкольников ассортимент древесно-кустарниковой растительности желательно дополнить декоративными интродуцентами.

Ключевые слова: ландшафт, озеленение, деревья, кустарники, детский сад.

Введение. Благоустройство и озеленение территории детского сада — ответственная и важная задача, которая должна осуществляться не только с климатическими условиями и в соответствии с санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами, но и учитывать возрастные особенности детей, для которых осуществляется образовательная деятельность [7–9]. Развивающая предметно-пространственная среда территории дошкольного образовательного учреждения (ДОУ) должна быть содержательно-насыщенной, трансформируемой, доступной, безопасной и комфортной [6]. В озеленении дошкольных учреждений можно проследить два этапа:

1) озеленение территорий учреждений, выполненное еще в XX веке, когда высаживались местные аборигенные виды деревьев и кустарников и ассортимент имеющейся растительности не отличался видовым разнообразием. В последующем совместными усилиями педагогов с родителями единично подсаживались декоративные на их взгляд экземпляры, при этом, не всегда соблюдая требования санитарных норм и правил к ассортименту растений.

2) озеленение территорий дошкольных учреждений, строящихся в начале XXI века по программе «Комфортная городская среда». В связи с ускоренными темпами строительства и сдачи объектов за-

стройщиками, созданию зеленых насаждений на территории отводилась не первостепенная задача. В итоге наблюдается однообразность и монотонность посадок и, как в первом случае, не точное соблюдение требований санитарных норм и правил к ассортименту растений.

Исследованиями установлено [1,3,10], что на сегодняшний день существует проблема оздоровления урбанизированного пространства. Наиболее экологически безопасным и естественным способом очистки воздушного пространства — метод биологического оздоровления, основанный на посадке деревьев и кустарников с газопоглотительными и фитонцидными свойствами. Очень важно высаживать такие растения на дворовых участках дошкольных учреждений. Это является актуальнейшей задачей в современном мире.

Целью работы является исследование зеленых насаждений на дворовой территории детского сада на предмет соответствия их биоэкологических особенностей, удовлетворяющих требованиям санитарных норм и правил.

В связи с поставленной целью определены задачи исследований:

1. провести инвентаризацию насаждений, произрастающих на территории МАДОУ «Детский сад № 7 «Семицветик»;
2. выполнить анализ состояния дорожно-тропиночной сети, малых архитектурных форм и сооружений;
3. определить соответствие ассортимента имеющихся зеленых насаждений санитарным нормам и правилам.
4. выявить проблемные моменты на дворовой территории дошкольного учреждения;
5. составить проект решения выявленных недостатков и проблемных ситуаций на территории дошкольного учреждения.

Объекты, условия и методы. Для исследования выбран объект — муниципальное автономное дошкольное образовательное учреждение городского округа «Город Архангельск» Детский сад № 7 «Семицветик», расположенный в г. Архангельске. Детский сад № 7 «Семицветик» комбинированного вида. В его состав входит 10 общеобразовательных групп и одна группа компенсирующего вида. Всего 274 обучающихся — в возрасте от 1,5 до 7 лет [2]. Территория Архангельска характеризуется субарктическим климатом, которому свойственна продолжительная зима и короткое прохладное влажное лето. Город подвержен сильному воздействию атлантических циклонов (особенно в осенне-

зимний период). Средняя годовая температура воздуха равняется +0,8° С. Средняя месячная температура января составляет –12,5° С, июля +15,6° С. Для территории характерны весенне-летние заморозки, при этом температура воздуха может опускаться до –10° С в мае. Среднегодовое количество осадков находится в пределах 500...550 мм. 30 % всех осадков выпадает в виде снега. Продолжительность снежного периода составляет в среднем 200 дней. Максимальная высота снежного покрова отмечена в марте [4].

В ходе выполнения исследований проводили инвентаризацию имеющихся на участке детского сада насаждений. Определяли видовое название, жизненную форму, класс высоты, диаметр ствола, диаметр кроны, высота штамба и кол-во стволов. При этом проводили дендрологическую, биоэкологическую и оценку декоративности деревьев и кустарников. Данные фиксировались в таблице и были сгруппированы в одну сводную ведомость. Для биоэкологической оценки применялась следующая шкала [5,10]:

1. Хорошее состояние. Характеризуется зимостойкостью деревьев и кустарников, отсутствием сухих ветвей. Крона правильной естественной формы, листва насыщенного цвета.

2. Удовлетворительное состояние. Деревья с небольшим наличием сухих побегов. Цветение слабое, листва более мелкая. Заметно отставание в росте.

3. Плохое состояние. Отмечается наличие сухих и усыхающих ветвей (суховершинность). Отсутствует цветение, облиствение очень слабое. Заметны повреждения от болезней и насекомых.

Оценка декоративности определялась по 4-х балльной шкале:

4 балла — экземпляры, обладающие хорошим ростом, правильной формой кроны и ее строением.

3 балла — экземпляры в хорошем состоянии с кроной правильной формы и хорошо развитым стволом, но с заметным незначительным пожелтением и опаданием листвы (не более 15 %).

2 балла — угнетенные экземпляры с поврежденным стволом и наличием сухой поврежденной листвы до 60 %.

1 балл — сильно угнетенные экземпляры с почти полным усыханием листвы, сильно поврежденным стволом. Требуют удаления.

Результаты и обсуждение. Детское дошкольное учреждение — это тип образовательного учреждения, реализующего общеобразовательные программы дошкольного образования различной направленности. Дошкольное образовательное уч-

реждение (ДОУ) обеспечивает воспитание, обучение, присмотр, уход и оздоровление детей в возрасте от двух месяцев до семи лет.

В результате проведенных исследований определен баланс территории детского сада:

площадь всего участка: $7500 \text{ м}^2 \approx 0,8 \text{ га}$ (100 %);
 площадь под застройкой: 1318 м^2 (17,6 %);
 площадь озеленения: 3130 м^2 (41,7 %);
 площадь детских площадок: 1770 м^2 (23,6 %);
 площадь дорожно-тропиночной сети: 1282 м^2 (17,1 %).

Норма плотности озеленения для детских садов 140–160 шт. деревьев и 1400–1600 шт. кустарников на 1 га [5].

Расчёт количества деревьев и кустарников проводили по формуле:

$$\frac{N * S}{10\,000 \text{ м}^2} = x$$

где N — норма посадки деревьев и кустарников на один гектар, шт.,

S — площадь участка.

Количество деревьев, необходимое для озеленения:

$$\frac{160 * 7500}{10\,000} = 120$$

Количество деревьев на данную площадь озеленения должно быть в пределах от 105 до 120 шт.

Найдем количество кустарников необходимое для озеленения:

$$\frac{1400 * 7500}{10\,000} = 1050 \text{ шт}$$

$$\frac{1600 * 7500}{10\,000} = 1200 \text{ шт}$$

Количество кустарников на данную площадь озеленения должно быть в пределах от 1050 до 1320 шт.

Результаты исследований показали, что древесно-кустарниковая растительность на территории детского сада представлена 12 видами (табл.), доминирующим является берёза пушистая (23 шт.). Данные виды расположены по периметру земельного участка в виде групповой и линейной посадки. Также на участке присутствуют кустарники: сирень венгерская и обыкновенная, рябина обыкновенная, вишня кустарниковая, калина Бульденеж, высаженные в групповых и солитерных посадках. Из хвойной растительности на территории произрастает ель колючая в количестве одной штуки и сосна обыкновенная (11 шт.).

Таблица

Количественный состав произрастающих на объекте исследования видов деревьев и кустарников

Ассортимент растительности	Количество, шт.	Балл декоративности
Берёза пушистая	23	4
Сирень венгерская	3	4
Сирень обыкновенная	1	4
Рябина обыкновенная	4	4
Осина обыкновенная	1	3
Сосна обыкновенная	11	3
Ель колючая	1	4
Дуб черешчатый	1	4
Клён остролистный	4	4
Черёмуха обыкновенная	2	3
Яблоня дикая	2	4
Вишня кустарниковая	4	3
Калина Бульденеж	2	4
Спирея иволистная (живая изгородь)	1024	3

Всего на прилегающей к зданию детского сада территории произрастает 59 экземпляров, из них 43 дерева и 16 кустарников, высаженных группами и в виде солитера. Живая изгородь из спиреи иволистной располагается между групповыми участками и вдоль здания детского сада. Проведя анализ оценки декоративности представленной растительности, можно сделать вывод, что деревья и кустарники находятся в хорошем состоянии, так как у большинства экземпляров высокая степень декоративности (4 балла). 3 балла присвоено растениям, имеющим незначительные механические повреждения и сухие сучья в небольшом количестве (вишня, сосна, спирея). Черемуха и осина имеют слабое поражение тлей. Цветочное оформление на территории исследуемого объекта разнообразно и представлено в виде миксбордеров, клумб, альпийской горки. В цветочном оформлении в основном используются многолетники: ромашки, ландыши, гвоздики, люпины, примулы, тюльпаны, нарциссы, незабудки. Одно-двухлетние цветы: петунья, виола, календула, бархатцы, колокольчики, васильки, астры. На альпийской горке высажены хосты, сосна горная, папоротники, почвопокровные растения. Газонное покрытие встречается вдоль ограды по периметру территории, на полосах между групповыми площадками, вдоль дорожно-тропиночной сети. Вид газонного покрытия — луговой, заросший сорной растительностью.

Малые архитектурные формы для детских садов являются необходимыми элементами благоустройства игровых площадок. Помимо игрового

оборудования для активных игр на детской площадке также присутствуют малые архитектурные формы: беседки, прогулочные веранды, лавочки и скамейки, детские наборы со столом, деревянная мельница. На территории расположены МАФы утилитарного назначения: забор, урны для мусора и фонари. Всё имеющееся оборудование находится в удовлетворительном состоянии.

Дорожно-тропиночная сеть представлена в виде проезда с асфальтированным покрытием в хорошем состоянии вокруг здания. На асфальте разноцветной краской нанесены геометрические фигуры, цифры, лабиринты, классики для физического и интеллектуального развития детей. Рядом с проездом расположен асфальтированный тротуар, в хорошем состоянии.

Покрытие экологической тропы — декоративное, деревянное.

При изучении территории были выявлены следующие проблемы:

1) в ассортименте древесных культур присутствует осина обыкновенная, калина Бульденеж крона которых поражена тлей;

2) некоторые экземпляры вишни кустарниковой имеют угнетенный внешний вид, так как расположены в «окнах продуваемости»;

3) цветочное оформление альпийской горки не соответствует биоэкологическим особенностям

растений: на солнечной стороне высажены тенелюбивые хосты и папоротники, что сказывается на их декоративности и придает цветнику неряшливый вид;

4) некоторые клумбы и миксбордер содержат сорную растительность.

Для решения проблем, выявленных в результате исследования, сформулированы следующие рекомендации:

1) живая изгородь из спиреи находится в удовлетворительном состоянии. Необходимо провести формовочную обрезку и заменить иву и чубушник, произрастающие в составе живой изгороди, на спирею.

2) при формировании плодово-ягодного участка, к высаженным яблоням, добавить некоторые виды плодовых деревьев (слива, смородина, ирга и др.) для использования в познавательной и образовательной деятельности.

3) необходимо учитывать биоэкологические особенности используемых растений при создании цветников.

Заключение. Соблюдение предложенных рекомендаций позволит поддерживать эстетически приятную, психологически комфортную и безопасную среду для нормального развития и воспитания дошкольников.

Список литературы

1. Боговая И. О., Теодоронский В. С. Озеленение населенных мест. — М.: Агропромиздат, 1990. — 239 с.
2. Детский сад № 7 «Семицветик» Официальный сайт. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://ds7.eduarkh.ru> (дата обращения 18.09.2022).
3. Донченко О. М., Копица И. П. Благоустройство территорий, прилегающих к зданию: методические указания. — Белгород, 2005.
4. Информационный портал города Архангельска <https://www.arhcity.ru/?page=35/7> (дата обращения 21.11.2022)
5. Маргайлик Г. И. Справочник озеленителя — Минск: Полымя, 1999. — 144 с.
6. Николаевская И. А. Благоустройство территорий — М.: Академия, 2002. — 195 с.
7. СНиП 3.10.75 «Благоустройство территорий. Озеленение застраиваемых территорий». — М.: Изд-во стандартов, 1989. — 16 с.
8. СП 2.4.3648–20 Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи. — Утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28: А. Ю. Попова. Зарегистрировано в Минюсте РФ 18 декабря 2020 г. Регистрационный № 61573. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74993644/?ysclid=lb0rd9h5jh608642929> (дата обращения 18.09.2022)
9. СП 252.1325800.2016 «Здания детских образовательных организаций», правила проектирования. Утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 17 августа 2016 г. N 573/пр и введен в действие с 18 февраля 2017 г. Зарегистрирован Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200139949?ysclid=lb0rgw3by3967778570> (дата обращения 18.09.2022).
10. Теодоронский В. С., Жеребцова Г. П. Озеленение населенных мест. Градостроительные основы: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования. — М.: Издательский центр «Академия», 2010. — 256 с.

СТРУГОВА Галина Николаевна — магистрант кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск. Область научных интересов — интродукция древесных и кустарниковых пород, проблемы озеленения городов. E-mail: n.sungurova@narfu.ru

СУНГУРОВА Наталья Рудольфовна — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, Архангельск, Россия. Область научных интересов — лесные культуры, селекция и семеноводство древесных пород, автор 65 публикаций, ORCID: 0000-0002-8464-4596. E-mail: n.sungurova@narfu.ru

АЛЕКСАНДРОВА Юлия Васильевна — кандидат сельскохозяйственных наук, старший преподаватель кафедры ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск. Область научных интересов — интродукция древесных и кустарниковых пород, проблемы озеленения городов, автор 18 научных публикаций. E-mail: yu.aleksandrova@narfu.ru

LANDSCAPE AND ARCHITECTURAL SOLUTION KINDERGARDEN TERRITORIES

G. N. Strugova, N. R. Sungurova, Yu. V. Alexandrova

Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov

Annotation. Green spaces on the territory of preschool institutions play a very important role. On the one hand, they are an eco-logical link of the territory, performing sanitizing, microclimatic, windproof functions. On the other hand, they participate in the educational and educational process. As a result of the research conducted in the city of Arkhangelsk, it was found that the number of plants (43 trees, 1040 shrubs) available on the yard territory of the kindergarten does not comply with sanitary norms and rules. Also, among the planted specimens there are species that should be removed from the site (lily of the valley, aspen, viburnum). In order to form an aesthetically pleasing, psychologically comfortable and safe environment for the normal development and upbringing of preschoolers, it is desirable to supplement the range of tree and shrub vegetation with decorative introductions.

Keywords: landscape, landscaping, trees, shrubs, kindergarden.

УДК: 630.161 + 581.4

ИЗМЕНЧИВОСТЬ КУЛЬТУР СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДА НИЖНЕГО НОВГОРОДА ПО СОДЕРЖАНИЮ ПИГМЕНТОВ В ХВОЕ

О. Ю. Храмова, А. А. Бабичева, А. Р. Замятина

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследования интродукционных культур сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), произрастающих в условиях города Нижнего Новгорода по содержанию основных пигментов в хвое в 2017, 2019 и 2020 годах. Исследовательская часть работы проведена на базе кафедры лесных культур факультета лесного хозяйства и аналитической лаборатории Нижегородской ГСХА. Содержание пигментов в хвое определяли в соответствии с общепринятыми методиками при помощи спектрофотометрического анализа. В результате исследований установлены существенные различия между отдельными деревьями по содержанию пигментов в хвое и их высокая генотипическая обусловленность. Выявлены деревья с повышенным содержанием различных форм хлорофилла и каротиноидов в хвое. Отмечено повышение доли содержания хлорофилла-а к хлорофиллу-б в 2019 и 2020 годах до 2,4–2,5, что свидетельствует об увеличении интенсивности процесса фотосинтеза.

Ключевые слова: интродукционные культуры, пигменты, хлорофилл, каротиноиды, фотосинтез, дисперсионный анализ.

Введение. Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) занимает особое место среди хвойных пород по многообразию полезных хозяйственных признаков и свойств и вследствие

этого является достаточно ценным и перспективным объектом интродукции [5, 60]. Хвоя кедрового дерева богата витамином С, провитамином А (каротином), дубильными веществами, алкалоидами, терпена-

ми. Из нее получают эфирное масло, хлорофилл, витаминные концентраты, производят витаминную муку, которая насыщена фитонцидами, витаминами С, Е, каротином и микроэлементами [5]. Пигментный состав хвои, в частности, содержание различных форм хлорофилла и каротиноидов определяет эффективность фотосинтеза растений, а также может служить информативным признаком их устойчивости к лимитирующим экологическим факторам [4,11,16–21,25,26,27,29,30,36,37,58], что особенно важно для оценки адаптационной способности интродуцентов. Разносторонняя оценка их биологии [5,31,43], физиологии [2,10,38,43], содержания и соотношения запасных веществ [2,8–10,14,24,39,54,55], состояния ксилемы [1,42], водного режима [3], морфологии [15,32], и пигментного состава листового аппарата [4,27,29,32,33,40,41,47,49], особенностей семенного и вегетативного размножения [34,45,48,56,57,62–64], является предметом многоплановых исследований, проводимых кафедрой лесных культур Нижегородской ГСХА в отношении хвойных [10,35,46, 51, 57, 59–61,63], и лиственных [1–4,9,15,62,64] экзотов.

Цель исследований — выявить изменчивость сосны кедровой сибирской при интродукции в условиях г. Нижнего Новгорода по содержанию пигментов в хвое, дать сравнительную оценку учетных деревьев этой породы по пигментному составу хвои для выявления экземпляров с лучшими показателями и использования их в качестве объектов для заготовки семян.

Объекты, условия и методы. Выдвижение гипотезы о возможном достижении положительного эффекта при интродукции сосны кедровой сибирской на территорию Нижегородской области основывалось на представлениях о наличии в данном регионе естественных популяций близкого в биологическом плане и таксономическом отношении вида — сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) [6,7,13,19–22] — и успешном создании на больших площадях её искусственных насаждений [28,44,50,52,53,58]. Кроме того, место проведения интродукции территориально входит в третью лесорастительную зону (зону хвойно-широколиственных лесов), а именно, в район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации. Для данного региона типичными являются серые лесные, а также дерново-подзолистые и подзолистые почвы [12], а также относительно влажный климат с умеренно тёплым и влажным летом и умеренно

суровой снежной зимой. Такие лесорастительные условия благоприятны для успешного роста и стабильного развития большинства хвойных видов, включая представителей рода Сосна (*Pinus* L.).

Объектом исследования служила хвоя текущего года, заготовленная с различных учетных деревьев сосны кедровой сибирской, произрастающих в центре Автозаводского района города Нижнего Новгорода. Возраст культур 45–50 лет. Заготовку хвои проводили с каждого учетного дерева после окончания вегетационного периода в конце октября в течение трех лет в 2017, 2019 и 2020 годах. Содержание пигментов в хвое определяли в аналитической лаборатории Нижегородской ГСХА в соответствии с общепринятыми методиками при помощи спектрофотометрического анализа. Он позволяет установить содержание пигментов по оптической плотности вытяжки без ее предварительного разделения. В методе учитывается, что положение максимума поглощения несколько меняется в зависимости от используемого растворителя [11,16–20,22,26,29–30]. Приготовление экстракционной навески происходило в несколько этапов. Вначале хвою с каждого опытного дерева измельчали. Затем отбирали навеску измельченной хвои массой 0,2 г. Взвешивание нарезанной хвои проводили на аналитических весах ВЛА-200г-М.

Следующим этапом являлось растирание хвои. Навеску хвои из бюксы переносили в фарфоровую ступку, добавляли туда же карбонат кальция CaCO_3 для нейтрализации клеточного сока (примерно 1 г.) и промытый кварцевый песок (1 г на ступку), также к массе приливали 3 мл спирта. Содержимое ступки растирали и перемешивали до образования однородной массы ярко-зеленого цвета, после чего смыв переносили в мерную колбу объемом 25 мл, а ступку тщательно промывали и ополаскивали этанолом. Содержимое фильтровали через кружок фильтровальной бумаги.

Заключительным этапом выступало фотометрирование. Для проведения анализа использовали спектрофотометр GRATING-722. Концентрации пигментов рассчитывали по соответствующим уравнениям Ветштейна и Хольма с использованием ранее составленных алгоритмов [16–19,26,47,49,58]. Обработку полученных данных проводили с использованием программы Microsoft Excel. Пигментный состав хвои определяли по содержанию хлорофилла-*a*, хлорофилла-*b*, их суммарному количеству, содержанию каротиноидов, а также по отношению содержания хлорофилла-*a* к содержанию хлорофилла-*b*, отношению различ-

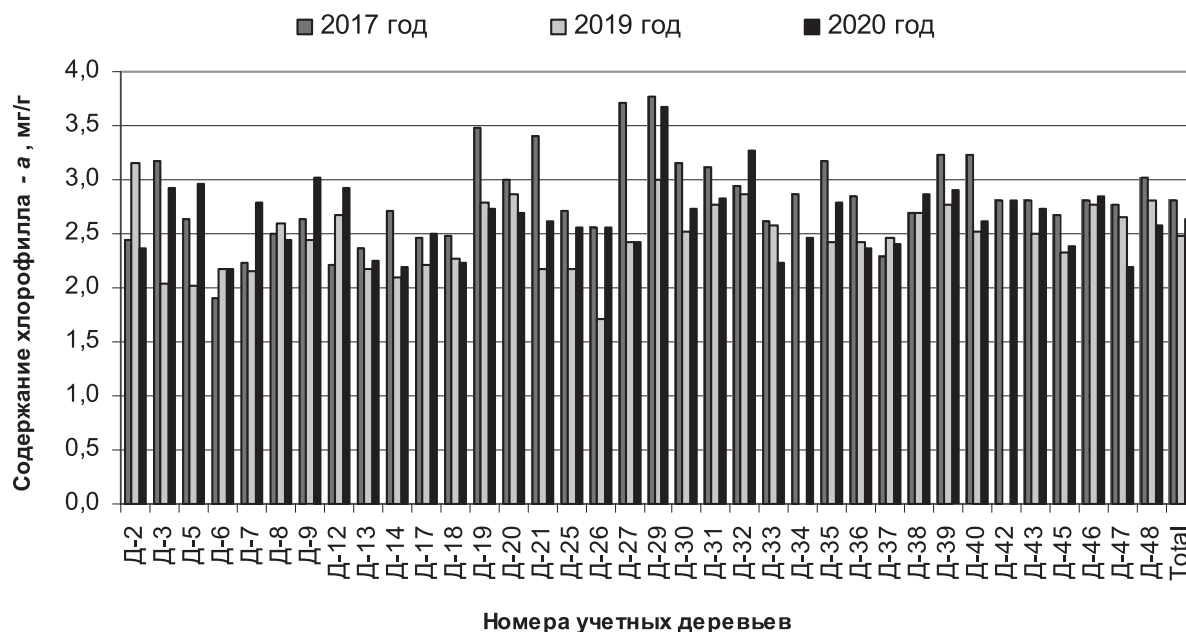


Рисунок 1 — Содержание хлорофилла-*a* в хвое побегов текущего года

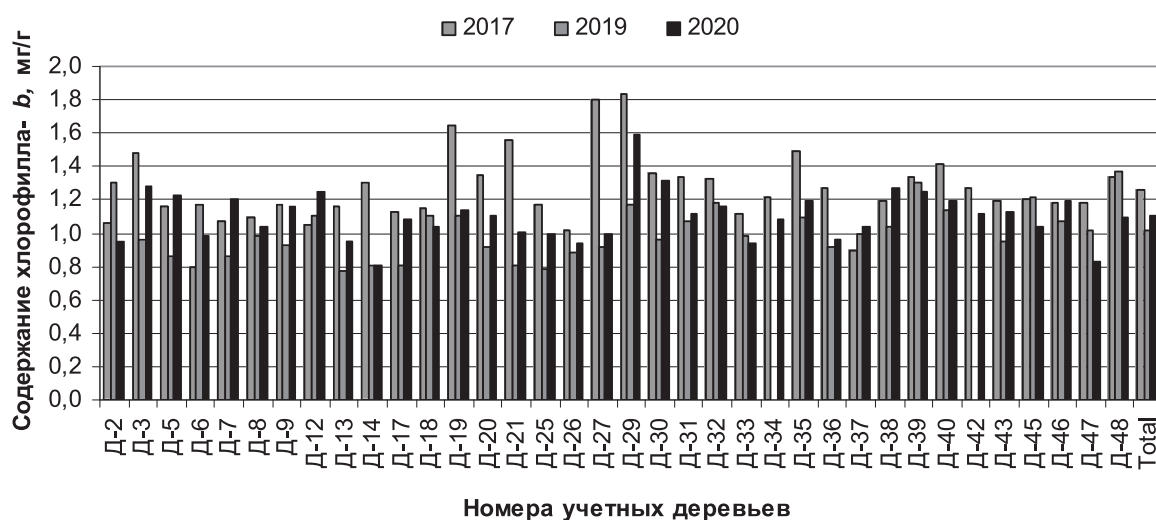


Рисунок 2 — Содержание хлорофилла-*b* в хвое побегов текущего года

ных форм и суммарного содержания хлорофилла к содержанию каротиноидов и их доле в пигментном составе [16–19,21–23,29–30,36,37,40,41].

Результаты и обсуждение. Данные по содержанию хлорофилла-*a*, хлорофилла-*b* и каротиноидов в хвое исследуемых деревьев представлены на рисунках 1–5.

На рисунке 1 заметно значительное расхождение различных учетных деревьев по содержанию хлорофилла-*a*. Наибольшее содержание этого пигмента по всем годам отмечено в хвое деревьев 29, 32, 39. Деревья 6, 7, 13, 14 содержат минимум его количества. Остальные учетные деревья занимают промежуточное положение, приближаясь в той

или иной степени к обобщенному среднему показателю (вариант Total).

Содержание хлорофилла-*b* (см. рис. 2) в хвое различных деревьев также варьирует. Наибольшее его количество отмечено в хвое тех же деревьев 29, 32, 39, наименьшее — в хвое деревьев 6, 13, 14, 26.

По суммарному количеству хлорофилла-*a* и хлорофилла-*b* прослеживается такая же ситуация (см. рис. 3).

Отношение хлорофилла-*a* к хлорофиллу-*b* (*a/b*) при этом в хвое у всех учетных деревьев, за исключением хвои деревьев 20 и 32, остается достаточно стабильным и близко к обобщенным средним

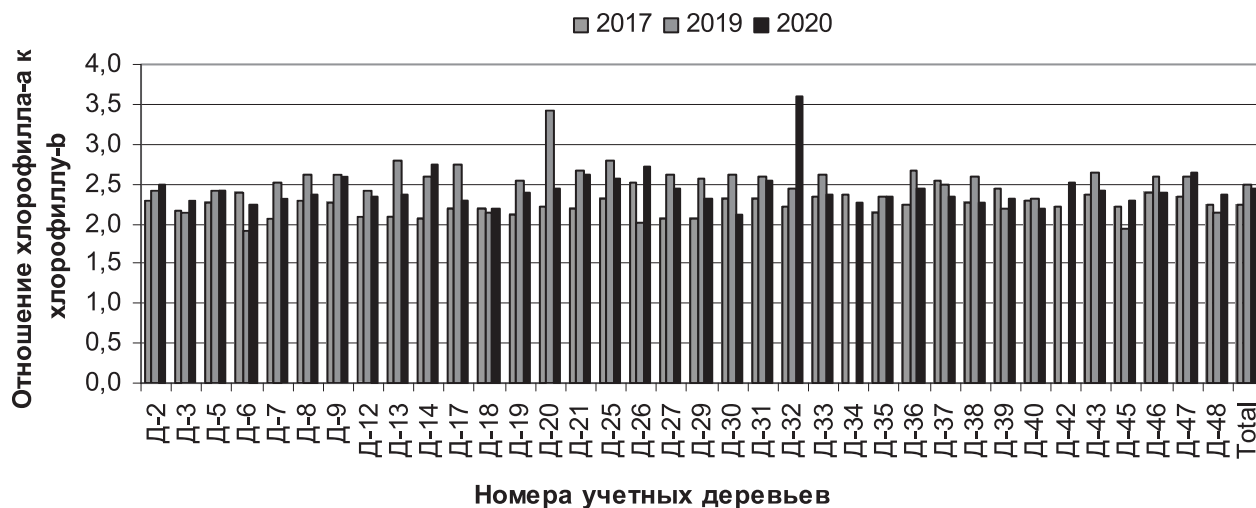


Рисунок 3 — Отношение содержания хлорофилла-а к хлорофиллу-б (a/b)

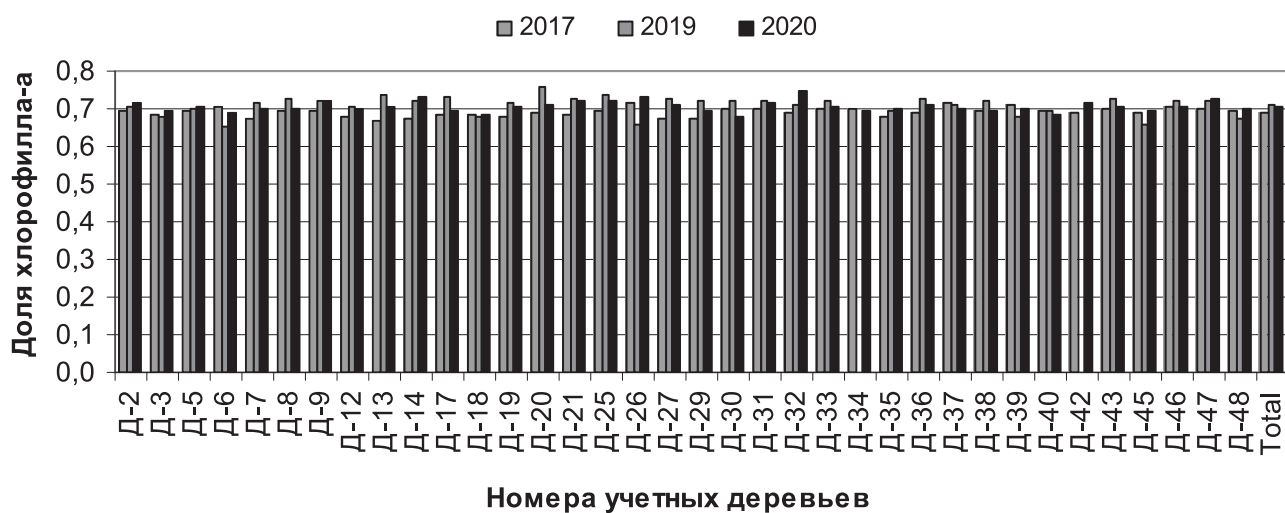


Рисунок 4 — Доля содержания хлорофилла-а в хвое учетных деревьев



Рисунок 5 — Содержание каротиноидов в хвое побегов текущего года.

**Результаты дисперсионного анализа исследуемых признаков пигментного состава культур
сосны кедровой сибирской**

Показатели	Критерий Фишера		Доля влияния фактора ($h^2 \pm s_{h^2}$)				Критерии различий	
			по Плохинскому		по Снедекору			
	$F_{оп}$	F_{05}	h^2	$\pm s_{h^2}$	h^2	$\pm s_{h^2}$	НСР	D
2017 год								
Хлорофилл- <i>a</i> (<i>a</i>)	32,500	1,586	0,940	0,029	0,913	0,042	0,208	0,353
Хлорофилл- <i>b</i> (<i>b</i>)	23,824	1,586	0,921	0,039	0,884	0,056	0,127	0,216
Сумма хлорофилла (<i>a+b</i>)	34,486	1,586	0,944	0,027	0,918	0,040	0,304	0,517
Отношение <i>a/b</i>	4,170	1,586	0,670	0,161	0,514	0,236	0,170	0,289
Доля хлорофилла- <i>a</i>	3,242	1,586	0,612	0,189	0,428	0,278	0,019	0,032
Доля хлорофилла- <i>b</i>	3,242	1,586	0,612	0,189	0,428	0,278	0,019	0,032
Каротиноиды (<i>k</i>)	14,243	1,586	0,874	0,061	0,815	0,090	0,049	0,083
Отношение <i>a/k</i>	61,054	1,586	0,967	0,016	0,952	0,023	0,143	0,243
Отношение <i>b/k</i>	10,262	1,586	0,833	0,081	0,755	0,119	0,204	0,347
Отношение <i>k/(a+b)</i>	28,261	1,586	0,932	0,033	0,901	0,048	0,008	0,014
Сумма пигментов	31,582	1,586	0,939	0,030	0,911	0,043	0,343	0,583
2019 год								
Хлорофилл- <i>a</i> (<i>a</i>)	29,283	1,551	0,905	0,031	0,8761	0,040	0,166	0,279
Хлорофилл- <i>b</i> (<i>b</i>)	4,526	1,551	0,594	0,131	0,469	0,172	0,207	0,348
Сумма хлорофилла (<i>a+b</i>)	18,910	1,551	0,860	0,045	0,817	0,059	0,284	0,476
Отношение <i>a/b</i>	2,754	1,551	0,471	0,171	0,305	0,225	0,486	0,816
Доля хлорофилла- <i>a</i>	3,022	1,551	0,494	0,164	0,336	0,215	0,040	0,067
Доля хлорофилла- <i>b</i>	3,022	1,551	0,494	0,164	0,336	0,215	0,040	0,067
Каротиноиды (<i>k</i>)	14,261	1,551	0,822	0,058	0,768	0,075	0,042	0,071
Отношение <i>a/k</i>	11,085	1,551	0,782	0,071	0,716	0,092	0,486	0,816
Отношение <i>b/k</i>	4,128	1,551	0,572	0,139	0,439	0,182	0,645	1,082
Отношение <i>k/(a+b)</i>	9,084	1,551	0,746	0,082	0,669	0,107	0,014	0,023
Сумма пигментов	20,625	1,551	0,870	0,042	0,831	0,055	0,293	0,493
2020 год								
Хлорофилл- <i>a</i> (<i>a</i>)	26,758	1,586	0,929	0,035	0,896	0,051	0,177	0,301
Хлорофилл- <i>b</i> (<i>b</i>)	4,577	1,586	0,690	0,151	0,544	0,222	0,200	0,339
Сумма хлорофилла (<i>a+b</i>)	17,806	1,586	0,896	0,050	0,849	0,074	0,309	0,525
Отношение <i>a/b</i>	1,031	1,586	-	-	-	-	-	—
Доля хлорофилла- <i>a</i>	1,477	1,586	-	-	-	-	-	—
Доля хлорофилла- <i>b</i>	1,477	1,586	-	-	-	-	-	—
Каротиноиды (<i>k</i>)	8,045	1,586	0,796	0,099	0,701	0,145	0,063	0,107
Отношение <i>a/k</i>	7,185	1,586	0,777	0,108	0,673	0,159	0,484	0,821
Отношение <i>b/k</i>	3,047	1,586	0,597	0,196	0,406	0,289	0,353	0,599
Отношение <i>k/(a+b)</i>	10,786	1,586	0,840	0,078	0,765	0,114	0,017	0,029
Сумма пигментов	17,523	1,586	0,895	0,051	0,846	0,075	0,335	0,568

значениям 2,4–2,5. В норме этот показатель должен соответствовать 2,2–3,0.

По отношению хлорофилла-*a* к хлорофиллу-*b* (*a/b*) можно судить о степени сформированности фотосинтетического аппарата исследуемых древесных растений [11,16–19,22].

Доля содержания хлорофилла-*a* (см. рис. 4) стабильна у всех учетных деревьев, не варьирует по годам и составляет 70–71 % от общего суммарного количества этого пигмента. Доля содержания хло-

рофилла-*b* к их сумме также колеблется не значительно.

На рисунке 5 видно, что содержание каротиноидов в хвое всех учетных деревьев в 2019 году существенно ниже (в среднем на 34 %) по сравнению с 2017 и 2020 годами.

В связи с этим у всех деревьев в этом году наблюдается увеличение доли содержания хлорофилла-*a* к каротиноидам. Наибольшее содержание каротиноидов в 2017 и в 2020 годах отмечено в хвое дере-

вьев 29, 36, 42, 48, наименьшее — в хвое деревьев 6, 12, 13, 14. Максимальное суммарное количество исследуемых пигментов содержится также в хвое учетных деревьев 29, 32, 39.

Однофакторный дисперсионный анализ (таблица) подтвердил наличие существенных различий между учетными деревьями по всем анализируемым признакам.

Расчетные значения критерия Фишера ($F_{\text{оп}}$) превосходят соответствующие критические значения этого показателя на 5 % уровне значимости (F_{05}), что указывает на существенность различий между обследуемыми деревьями по этим признакам. Сила влияния фактора в большей степени проявляется по содержанию основных пигментов хлорофилла-*a*, хлорофилла-*b*, каротиноидов и их суммарному количеству. Это свидетельствует о высокой генотипической обусловленности пигментного состава хвои [26]. Высокая доля наследуемости анализируемых показателей позволяет использовать их в качестве идентификационных

признаков при селекционной инвентаризации насаждений и деревьев [22].

Выводы

1. Установлены существенные различия между отдельными учетными деревьями сосны кедровой сибирской по содержанию пигментов в хвое текущего года и их высокая генотипическая обусловленность.

2. Выявлены деревья с повышенным содержанием различных форм хлорофилла и каротиноидов в хвое. Отдельные экземпляры с наиболее высокими показателями содержания пигментов, в частности, хлорофилла, можно рекомендовать для использования их в качестве объектов для заготовки семян.

3. Отмечено увеличение доли содержания хлорофилла-*a* к хлорофиллу-*b* в 2019 и 2020 годах с 2,25 в 2017 году до 2,4–2,5. Это свидетельствует об увеличении интенсивности процесса фотосинтеза и, следовательно, повышении устойчивости насаждения.

Список литературы

1. 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
2. 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
3. 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
4. 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
5. Балатеньшев В. В., Лисин Д. А., Храмова О. Ю. Изменчивость интродукционных культур сосны кедровой сибирской по параметрам хвои и содержанию в ней пигментов // Рост и воспроизводство научных кадров в АПК. Сб. тр. по итог. Росс. нац. науч.-практ. ин-нет-конф. для обуч. и молод. учен. г. Нижний Новгород, 18–19 декабря 2019 г. / Под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2020. — С. 79–85.
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — № 2/326. — 2012. — С. 58–64.
7. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2 / 332. — С. 45–52.
8. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Специфика содержания крахмала в тканях побегов разных видов тополей // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 2 (26). — С. 23–34.
9. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Наследственная обусловленность видоспецифичности тополей по содержанию крахмала в тканях // Лесной вестник / Forst. bull. — 2021. — Т. 25, № 1. — С. 22–31. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-1-22-31
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., Клишина Л. И., Храмова О. Ю., Быченкова Т. Н., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Пигментный состав хвои сеянцев сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии — 2014. — Т. 4. — С. 36–51.
12. 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. — 2020. — № 2 (26). — С. 34–42.

13. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Яханова Е. А., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Развитие ксилемы и лигнификация её клеток у сеянцев сосны с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 25–35.
14. Бессчетнов, В. П., Бессчетнова Н. Н. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 21–33.
15. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Состояние и перспективы использования представителей рода тополь (*Populus L.*) в городских посадках в России, Беларуси и Казахстане // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. междунар. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 93–100.
16. Бессчетнова Н. Н. Содержание основных пигментов в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / *Forestry bulletin*. — 2010. — № 6 (75). — С. 4–10.
17. Бессчетнова Н. Н. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов // Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии: Сборник научных статей. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2011. — № 1 (1). — С. 56–65.
18. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.
19. Бессчетнова Н. Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев // Вестник Саратовского государственного университета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2013. — № 07. — С. 11–15.
20. Бессчетнова, Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*). Репродуктивный потенциал плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2015. — 586 с.
21. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*). Эффективность отбора плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — 464 с.
22. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2014. — 368 с.
23. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Индекс генотипического несходства плюсовых деревьев как критерий их совместимости на лесосеменных плантациях // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-тех. конф.: г. Брянск, 2016 г. Выпуск 44. — Брянск: БГИТУ, 2016. — С. 13–16.
24. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — Вып. 232. — С. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104
25. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Вышегородцев А. В., Широков А. И., 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.: г. Екатеринбург, 2–4 февраля 2021 г. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2021. — С. 55–59.
26. 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
27. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Котынова М. Ю. Сезонный характер содержания пигментов в хвое декоративных форм и сортов туи западной в условиях Нижегородской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. — 2022. — № 3. — С. 38–58. DOI 10.21178/2079-6080.2022.3.38
28. 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
29. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Орнатский А. Н., Щербаков А. Ю. Корреляция показателей пигментного состава хвои ели европейской в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. — 2022. — Т. XXXX, № 1. — С. 9–17
30. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Щербаков А. Ю. Пигментный состав хвои ели европейской (*Picea abies*) в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 161–166.
31. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2021.
32. Бессчетнова Н. Н., Есичева Н. А. Оценка фотосинтетической способности хвои клонов плюсовых деревьев сосны лапландской (*Pinus sylvestris L. Subsp. lapponica Fries.*) в условиях Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. научно-практической конференции: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 123–131.
33. Бессчетнова Н. Н., Котынова М. Ю., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Пигментный состав хвои туи западной (*Thuja occidentalis L.*) в озеленительных посадках г. Нижнего Новгорода // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной

научно-практической конференции: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 132–138.

34. Бессчетнова Н. Н., Кулькова А. В., Вышегородцев А. В., Широков А. И. Укореняемость черенков тиса канадского (*Taxus canadensis* Marshall) в экологических условиях Нижегородского Поволжья // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы междунар. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 139–145.

35. 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 Междунар. науч.-тех. конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 13–15.

36. Ершов П. В., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев ели европейской // Хвойные бореальной зоны. — 2017. — Том XXXVI, № 3–4. — С. 29–37.

37. 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.

38. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н. Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) при интродукции // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК. Матер. Всеросс. конф. молодых ученых, посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА: Нижний Новгород, 15 декабря 2015 г. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. — С. 14–18.

39. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Содержание жиров в тканях побегов лиственницы сибирской в условиях интродукции в Нижегородскую область // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 180–190.

40. 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.

41. 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

42. 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.

43. Кентбаева Б. А., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Кентбаев Е. Ж. Сравнительная оценка зимней транспирации хвойных видов г. Алматы // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 4 (32). — С. 32–40.

44. 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. Матер. XVIII Межд. науч.-тех. конф.: г. Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 60–62.

45. Котынова М. Ю., Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Укоренение черенков декоративных форм туи западной (*Thuja Occidentalis* L.) в теплицах // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Матер. XVIII Междунар. научно-технической конференции: г. Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 147–149.

46. 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.

47. 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.

48. 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

49. 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

50. 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. Материалы XVIII Международной научно-технической конференции: г. Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 72–74.

51. Леонтьев И. Ф., Бессчетнова Н. Н. Интродукция псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (mirb.) franco) в Правобережье Волги на территории Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. междунар. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 193–199.

52. Лугинина Л. И., Бессчетнов В. П. Лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в республике Татарстан, созданные посадочным материалом с закрытой корневой системой // Леса России: политика, промышленность, наука, образование / Под редакцией В. М. Редько. Материалы международной научно-технической конференции: г. Санкт-Петербург, 24–26 мая 2017 г. Том 1. Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2017. С. 106–109.
53. Лугинина Л. И., Бессчетнов В. П. Сравнительный анализ лесных культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в республике Татарстан // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. Материалы третьей международной научно-технической конференции: г. Санкт-Петербург, 23–24 мая 2018 г. Том 2 / Под ред. В. М. Редько. Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2018. С. 106–109.
54. Мартынова Н. В. Корреляция содержания крахмала в тканях побегов представителя семейства Маслиновые бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*, L.) // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. междунар. науч.практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 года / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 200–207. — EDN: ORBRTC
55. Мартынова Н. В. Сравнительная оценка содержания крахмала в клетках тканей годичных побегов бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare* L.) // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Материалы XIX Международной научно-технической конференции: г. Вологда, 07 декабря 2021 года / Отв. редактор С. М. Хамитова. — Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. — С. 210–214. — EDN: HFMCTZ.
56. 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 биозащитке. Материалы IV Межрегиональной научно-практической конференции (с международным участием): г. Барнаул 23–24 сентября 2021 г. / под ред. А. Н. Лукьянова. — Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2021. — С. 77–81.
57. Оганян Т. А., Бессчетнов В. П. Эффективность черенкования видов из рода можжевельник в защищенном грунте // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сб. науч. тр. по итогам междунар. научно-практической конференции: г. Брянск, 1–30 ноября 2020 г. Выпуск 58. — Брянск: БГИТУ, 2020. — С. 120–124.
58. Самойлова Л. И., Бессчетнов В. П. Содержание пигментов в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), выращенной по различным технологиям в Республике Татарстан // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 212–219.
59. Храмова О. Ю. Репродуктивная способность и перспективы хозяйственного использования сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) при интродукции в Поволжье (на примере Нижегородской области): Дис... канд. с.-х. наук / О. Ю. Храмова — М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. — 164 с.
60. Улитин М. М., Бессчетнов В. П. Сравнительная оценка таксационных показателей лесных культур лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) при интродукции в Нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2020. — № 6. — С. 33–41. DOI: 10.37482/0536-1036-2020-6-33-41
61. Улитин М. М., Бессчетнов В. П., Орнатский А. Н. Морфологические показатели шишек лиственницы сибирской в защитных полосах Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. междунар. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 220–225.
62. Khramov R., Martynova N., Besschetnova N., Besschetnov V., Luponosov Y. 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. 01017.1–01017.7. DOI: 10.1051/bioconf/20224201017
63. 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 // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2022. № 4. С. 39–51. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-4-39-51
64. Martynova N., Besschetnova N., Besschetnov V., & Martynov R. 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. Volume 875. Article number 012081. Pp. 1–8. DOI: 10.1088/1755-1315/875/1/012081

Сведения об авторах

ХРАМОВА Ольга Юрьевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — семеноводство, лесовосстановление, интродукция древесных пород. Автор 32 научных публикаций. E-mail: hoy1368@gmail.com

БАБИЧЕВА Александра Андреевна — магистрант кафедры лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — лесные культуры семеноводство, интродукция древесных пород. E-mail: questloser@mail.ru

VARIABILITY OF SIBERIAN STONE PINE IN NIZHNY NOVGOROD BY THE CONTENT OF PIGMENTS IN THE NEEDLES

*Khramova O. Yu., Babicheva A. A., Zamyatina A.R.,
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy*

Annotation. The article presents the results of a study of introduced Siberian cedar pine crops growing in the conditions of the city of Nizhny Novgorod in terms of the content of the main pigments in conifers in 2017, 2019 and 2020. The research part of the work was carried out on the basis of the Department of Forest Crops of the Faculty of Forestry and the analytical laboratory of the Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. The pigment content in the needles was determined in accordance with generally accepted methods using spectrophotometric analysis. As a result of the research, significant differences between individual trees in the content of pigments in conifers and their high genotypic conditionality have been established. Trees with an increased content of various forms of chlorophyll and carotenoids in conifers were identified. There was an increase in the proportion of chlorophyll-a to chlorophyll-b in 2019 and 2020 to 2.4–2.5, which indicates an increase in the intensity of the photosynthesis process.

Keywords: introduction crops, pigments, chlorophyll, carotenoids, photosynthesis, analysis of variance.

УДК:631.53

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТОВ «СИЛИПЛАНТ» И «ЭКОФУС» ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ

О. Ю. Храмова, Э. В. Герасимова

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследования технической и грунтовой всхожести семян сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), обработанных стимуляторами роста «Силиплант» и «Экофус». Исследовательская часть работы проведена на базе кафедры лесных культур факультета лесного хозяйства Нижегородской ГСХА. Лабораторные анализы выполняли с учетом ГОСТа 13056.6–97, предпосевную подготовку и посев семян — в соответствии с рекомендациями. В результате исследований установлено, что предпосевная обработка семян сосны кедровой сибирской препаратом Экофус в концентрации 0,5 % в течение 24 часов ускорила их прорастание на 3-е суток, увеличила грунтовую всхожесть на 14 %, повысила сохранность сеянцев на 44 % по сравнению с контрольным вариантом. Обработка семян раствором Силипланта в концентрации 0,6 % способствовала увеличению сохранности сеянцев на 40 % по сравнению с контролем.

Ключевые слова: интродукция, жизнеспособность, стимуляторы роста, Силиплант, Экофус, стратификация, техническая всхожесть, грунтовая всхожесть семян, сохранность сеянцев.

Введение. Сосна кедровая сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) занимает особое место среди хвойных пород по многообразию полезных хозяйственных признаков. Вследствие этого она является достаточно ценным и перспективным объектом интродукции на территории европейской части России [21,30,33,51]. При этом, нередко дальнейшее распространение того или иного вида в территориальном аспекте сдерживается низким уровнем производства посадочного материала, что в свою очередь связано с недостаточным объемом знаний о степени адаптированности инорайонных

древесных пород к сложившимся в местах расселения лесорастительным условиям и, как следствие, отсутствием регионально адаптированных технологий его тиражирования в промышленных масштабах. В этой связи кафедрой лесных культур Нижегородской ГСХА планомерно и последовательно осуществляется разносторонняя оценка биологии экзотов [5,10,13,16,37,48,49], их физиологических особенностей [8,24,30,33], содержания и соотношения запасных веществ [2,6–9,11,25,39], состояния ксилемы [1,28], водного режима [3], морфологии [10,16] и пигментного состава ли-

стового аппарата [4,12,14,17,18,26,27,34,36], особенностей семенного и вегетативного размножения [13,19,21,31,35,40,43,53]. Такие исследования реализуются как в отношении хвойных [5,12–14,17,18,19,21,25,28,31,33–37,43,48,50,53], так и лиственных [1–4,6,7,38–40,52,54] экзотов, в том числе, направлены на сосну кедровую сибирскую [5,20,50], сеянцы и саженцы которой в древесных питомниках Нижегородской области в настоящий момент не выращивают. Для производства посадочного материала этой породы в условиях интродукции в основном приходится пользоваться семенами, заготовленными в естественном ареале. Семена сосны кедровой сибирской обладают глубоким покоем и без специальной подготовки к посеву долго не прорастают [47]. В связи с этим исследование эффективности использования различных стимуляторов роста для ускорения их прорастания и повышения всхожести представляет большой интерес, является актуальным и имеет практическое значение.

Цель исследований — оценить эффективность применения новых экологически чистых препаратов Силиплант и Экофус для предпосевной обработки семян сосны кедровой сибирской.

Объекты, условия и методы. Объектом исследования служили семена сосны кедровой сибирской, заготовленные в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа. Исследовательская часть работы выполнена на базе кафедры лесных культур факультета лесного хозяйства Нижегородской ГСХА. Семена подготавливали к посеву путем стратификации под снегом в течение 2-х месяцев [41,42,44,47]. Перед закладкой на проращивание и посевом в грунт семена обрабатывали стимуляторами роста — намачивали в 0,6 %-м растворе Силипланта и 0,5 %-м растворе ЭкоФуса в течение суток [45,46,51]. В качестве контроля использовали семена, намоченные в 0,05 %-м растворе марганцовки (KMnO_4) [41,42]. Концентрации растворов биологически активных веществ, продолжительность воздействия и форму их применения назначали с учетом имеющегося опыта подобной работы [15,35,40,43,53,54]. Техническую всхожесть стратифицированных семян определяли с учетом ГОСТа 13056.6–97 [22] в трех повторностях. Для этого каждую пробу (100 штук семян) раскладывали в отдельную емкость на влажный субстрат (песок). Всхожесть семян определяли в течение 30 дней через каждые 5 суток. После окончания срока проращивания, оставшиеся непроросшие семена снимали отдельно по каждой



Рисунок 1 — Определение технической (лабораторной) всхожести семян сосны кедровой сибирской

сотне, взрезали их и распределяли на категории: здоровые, загнившие, нежизнеспособные, беззародышевые и пустые. Для определения грунтовой всхожести семена высевали в открытый грунт в короба, установленные на опытном участке на территории НГСХА. Норма высева семян 100 шт. на 1 погонный метр посевной строчки, глубина заделки семян — до 5 см [41,42,44].

За посевами осуществляли уход — поливали, пропалывали. Грунтовую всхожесть семян учитывали также через каждые 5 дней, начиная со дня появления первых всходов. Обработку полученных исходных данных проводили по общепринятым методикам [23] с использованием программы Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение. Техническая всхожесть семян по вариантам опыта представлена на рисунке 2.

Установлено, что наибольшее число проросших семян оказалось в варианте с предварительным намачиванием их в растворе Экофуса — 51 %. Техническая всхожесть семян после обработки Силиплантом составила 34 %, в контрольном варианте — всего 27 %. По результатам проращивания семян был рассчитан средний семенной покой (рис. 3). Обработка семян раствором Экофуса уско-

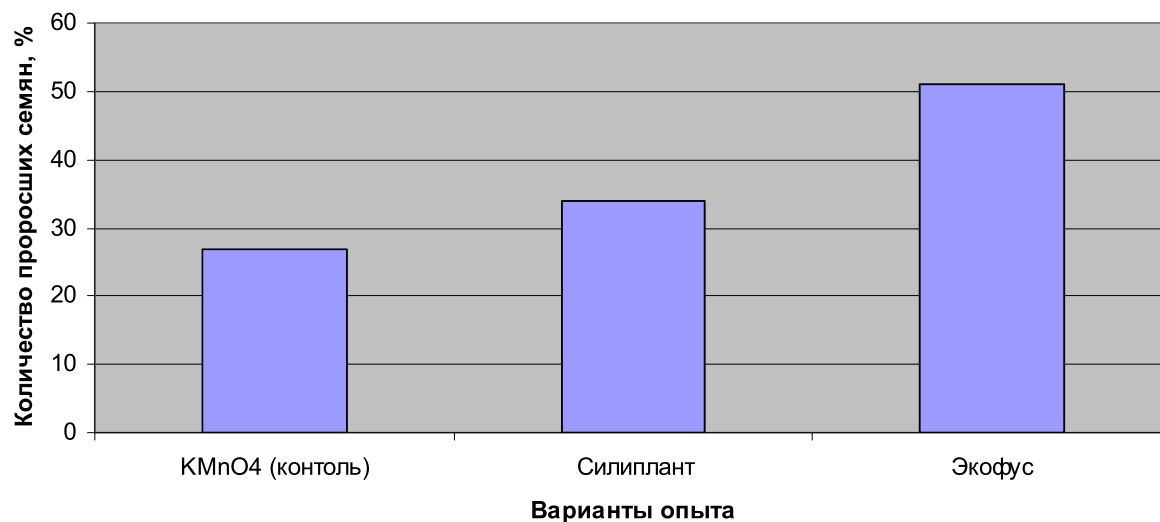


Рисунок 2 — Техническая всхожесть семян по вариантам

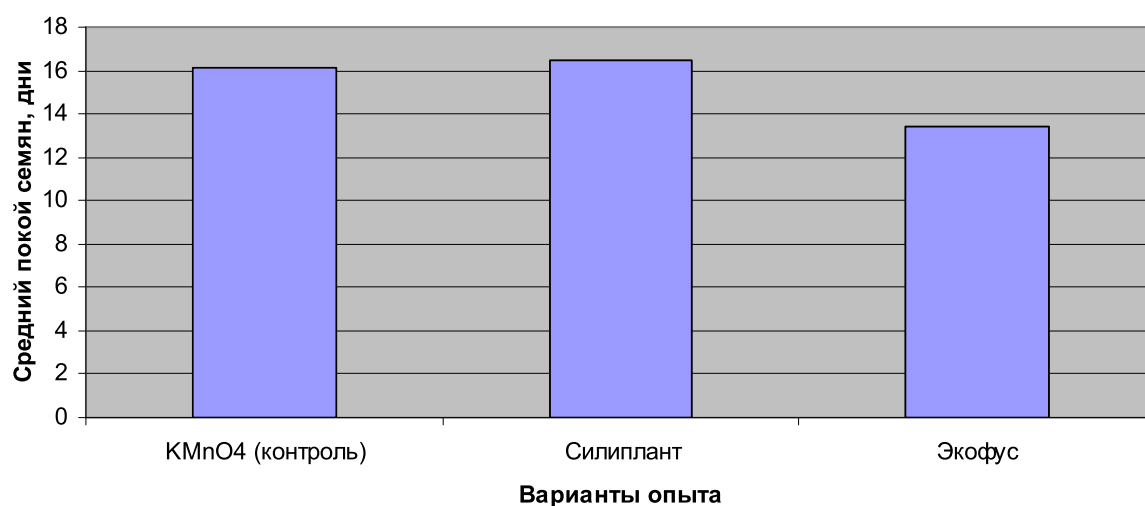


Рисунок 3 — Средний покой семян сосны кедровой сибирской по вариантам

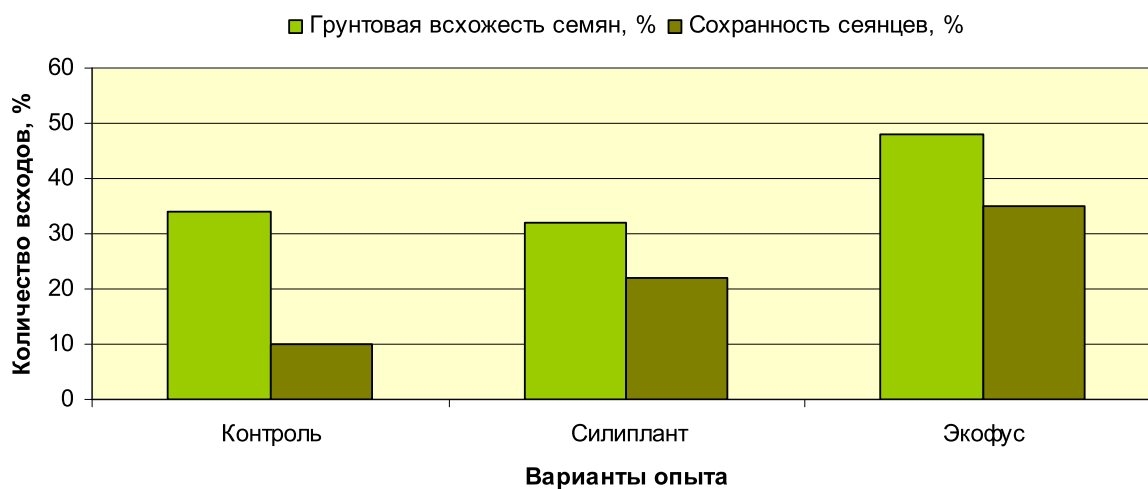


Рисунок 4 — Грунтовая всхожесть семян и сохранность сеянцев по вариантам

рила их прораствание почти на 3-е суток по сравнению с контролем, средний семенной покой составил 13,4 дня.

Результаты определения грунтовой всхожести семян и сохранности сеянцев представлены в таблице и на рисунке 4. Первые всходы появились

Грунтовая всхожесть семян и сохранность сеянцев по вариантам

Дата	Грунтовая всхожесть семян /сохранность сеянцев, %		
	Контроль	Силиплант	ЭкоФус
27.05.19	14/14	16/16	19/19
01.06.19	34/30	32/30	19/17
06.06.19	34/22	32/28	35/35
11.06.19	34/18	32/27	37/35
16.06.19	34/15	32/25	48/43
21.06.19	34/11	32/24	48/39
26.06.19	34/10	32/22	48/35

27.05.2019 через 20 дней после посева. Грунтовая всхожесть семян в первый год составила: после обработки марганцовкой (контроль) 34 %, Силиплантом — 32 %, Экофусом — 48 %, что выше по сравнению с контролем на 14 %.

Обработка семян растворами стимуляторов роста способствовала повышению устойчивости сеянцев к неблагоприятным условиям среды.

Сохранность сеянцев через месяц после появления первых всходов составила: в варианте с обработкой Силиплантом 69 %, после обработки Экофусом — 73 %, в контрольном варианте — всего 29 %.

Заклучение. Предпосевная обработка семян сосны кедровой сибирской препаратом Экофус в концентрации 0,5 % в течение 24 часов ускорила их прорастание на 3-е суток, увеличила техническую всхожесть на 24 %, грунтовую всхожесть на 14 %, повысила сохранность сеянцев на 44 % по сравнению с контрольным вариантом. Обработка семян раствором Силипланта в концентрации 0,6 % способствовала увеличению их технической всхожести на 7 % и сохранности сеянцев на 40 % по сравнению с контролем.

Список литературы

1. 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
2. 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
3. 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
4. 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
5. Балатенышев В. В., Лисин Д. А., Храмова О. Ю. Изменчивость интродукционных культур сосны кедровой сибирской по параметрам хвои и содержанию в ней пигментов // Рост и воспроизводство научных кадров в АПК. Сб. тр. по итог. Росс. нац. науч.-практ. ин-нет-конф. для обуч. и молод. учен. г. Нижний Новгород, 18–19 декабря 2019 г. / Под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2020. — С. 79–85.
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Наследственная обусловленность видоспецифичности тополей по содержанию крахмала в тканях // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2021. Т. 25, № 1. — С. 22–31. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-1-22-31
7. Бессчетнов, П. В., Бессчетнова Н. Н. Специфика содержания крахмала в тканях побегов разных видов тополей // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 2 (26). — С. 23–34.
8. 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
9. Бессчетнов, П. В., Бессчетнова Н. Н. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 21–33.
10. Бессчетнов П. В., Бессчетнова Н. Н., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Состояние и перспективы использования представителей рода тополь (*Populus* L.) в городских посадках в России, Беларуси и Казахстане // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. междунар. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 93–100.

11. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — Вып. 232. — С. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104
12. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Вышегородцев А. В., Широков А. И., 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.
13. 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
14. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Котынова М. Ю. Сезонный характер содержания пигментов в хвое декоративных форм и сортов туи западной в условиях Нижегородской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. — 2022. — № 3. — С. 38–58. DOI 10.21178/2079-6080.2022.3.38
15. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Храмова О. Ю., Дорожкина Л. А. Стимулирующий эффект препарата Эко-Фус в предпосевной обработке семян ели европейской (*Picea abies* (L.) H. Karst.) // Агрохимический вестник. — 2017. — № 2. — С. 41–44.
16. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2021. — № 5. — С. 48–64. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-48-64
17. Бессчетнова Н. Н., Есичева Н. А. Оценка фотосинтетической способности хвои клонов плюсовых деревьев сосны лапландской (*Pinus silvestris* L. Subsp. *Larponica* Fries.) в условиях Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. научно-практической конференции: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 123–131.
18. Бессчетнова Н. Н., Котынова М. Ю., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Пигментный состав хвои туи западной (*Thuja occidentalis* L.) в озеленительных посадках г. Нижнего Новгорода // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. межд. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 132–138.
19. Бессчетнова Н. Н., Кулькова А. В., Вышегородцев А. В., Широков А. И. Укореняемость черенков тиса канадского (*Taxus canadensis* Marshall) в экологических условиях Нижегородского Поволжья // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. межд. науч.-практ. конф.: Ниж. Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 139–145.
20. Брынцев В. А., Дроздов И. И., Храмова О. Ю., Храмова М. И. Лесосеменная база для интродукционных культур кедра сибирского // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2012. — № 3. — С. 21–23.
21. 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 Междунар. науч.-тех. конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 13–15.
22. ГОСТ 13056.6–97. Семена деревьев и кустарников. Метод определения всхожести. — Взамен ГОСТ 13056.6–75; введ. с 1 июля 1998 г. — Москва: Изд-во стандартов, 1998. — 31 с.
23. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос. — 1973. — 335 с.
24. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н. Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) при интродукции // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК. Матер. Всеросс. конф. молодых ученых, посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА: Нижний Новгород, 15 декабря 2015 г. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. — С. 14–18.
25. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Содержание жиров в тканях побегов лиственницы сибирской в условиях интродукции в Нижегородскую область // 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. 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.
29. Игнатьева О. В. Перспективы интродукции сосны кедровой сибирской в Ульяновской области // Вестник Оренбургского государственного университета. — 2012. — № 6 (142). — С. 50–53.
30. Кентбаева Б. А., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Кентбаев Е. Ж. Сравнительная оценка зимней транспирации хвойных видов г. Алматы // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 4 (32). — С. 32–40.

31. Котынова М. Ю., Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Укоренение черенков декоративных форм туи западной (*Thuja Occidentalis* L.) в теплицах // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Матер. XVIII Междунар. научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 147–149.
32. Крылов Г. В., Таланцев Н. К., Козакова Н. Ф. Кедр. — М.: Лесная пром-сть. — 1983. — 216 с.
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. Леонтьев И. Ф., Бессчетнова Н. Н. Интродукция псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (mirb.) franco) в Правобережье Волги на территории Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. междунар. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 193–199.
38. Мартынова Н. В. Корреляция содержания крахмала в тканях побегов представителя семейства Маслиновые бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*, l) // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии: материалы международной научно-практической конференции, (Нижний Новгород, 26 сентября 2019 года) / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 200–207. EDN: ORBRTC
39. Мартынова Н. В. Сравнительная оценка содержания крахмала в клетках тканей годичных побегов бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare* L.) // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Материалы XIX Международной научно-технической конференции: г. Вологда, 07 декабря 2021 года / Отв. редактор С. М. Хамитова. — Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. — С. 210–214. — EDN: HFMCTZ.
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. Материалы IV Межрегиональной научно-практической конференции (с международным участием): г. Барнаул 23–24 сентября 2021 г. / под ред. А. Н. Лукьянова. — Барнаул: Изд-во Алтайского ун-та, 2021. — С. 77–81.
41. Наставление по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых пород в лесных питомниках РСФСР. — М.: Лесная промышленность. — 1979. — 175 с.
42. Новосельцева А. И., Смирнов Н. А. Справочник по лесным питомникам. — М.: Лесная промышленность. — 1983. — 280 с.
43. Оганян Т. А., Бессчетнов В. П. Эффективность черенкования видов из рода можжевельник в защищенном грунте // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сб. науч. тр. по итогам междунар. научно-практической конференции: г. Брянск, 1–30 ноября 2020 г. Выпуск 58. — Брянск: БГИТУ, 2020. — С. 120–124.
44. Редько Г. И. Лесные культуры: Учебник для вузов. 2-е изд. перераб. и доп. / Г. И. Редько, А. Р. Родин, И. В. Трещевский. — М.: Агропромиздат. — 1985. — 400 с.
45. Силиплант [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.nest-m.ru/index.php/produksiya/mikroutobreniya-v-khelatnoj-forme/siliplant>, свободный.
46. Силиплант «Универсальный» — инструкция по применению [Электронный ресурс]: проудобрения.ру. — 2019. — Режим доступа: <https://proudobreniya.ru/siliplant-instruktsiya-po-primeneniyu>, свободный.
47. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. — М.: ВНИИЦлесресурс, 2000. — 197 с.
48. Улитин М. М., Бессчетнов В. П. Сравнительная оценка таксационных показателей лесных культур лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) при интродукции в Нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2020. — № 6. — С. 33–41. DOI: 10.37482/0536–1036–2020–6–33–41
49. Улитин М. М., Бессчетнов В. П., Орнатский А. Н. Морфологические показатели шишек лиственницы сибирской в защитных полосах Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. междунар. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 220–225.
50. Храмова О. Ю. Репродуктивная способность и перспективы хозяйственного использования сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) при интродукции в Поволжье (на примере Нижегородской области): Дис... канд. с.-х. наук / О. Ю. Храмова — М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. — 164 с.
51. ЭкоФус [Электронный ресурс]. режим доступа: <http://www.nest-m.ru/index.php/produksiya/mikroutobreniya-v-khelatnoj-forme/ekofus>, свободный.

52. Khramov R., Martynova N., Besschetnova N., Besschetnov V., Luponosov Y. 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. 01017.1–01017.7. DOI: 10.1051/bioconf/20224201017

53. 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 // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2022. № 4. С. 39–51. DOI: 10.37482/0536-1036-2022-4-39-51

54. Martynova N., Besschetnova N., Besschetnov V., & Martynov R. 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. Volume 875. Article number 012081. Pp. 1–8. DOI: 10.1088/1755-1315/875/1/012081

Сведения об авторах

ХРАМОВА Ольга Юрьевна — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — семеноводство, лесовосстановление, интродукция древесных пород. Автор 32 научных публикаций. E-mail: hoy1368@gmail.com

ГЕРАСИМОВА Элла Владимировна — магистрант кафедры лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — семеноводство, лесовосстановление, интродукция древесных пород. E-mail: gerasimova.ella@bk.ru

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF SILIPLANT AND ECOFUS FOR SEED TREATMENT OF SIBERIAN STONE PINE SEEDS

O. Yu. Khramova, E. V. Gerasimova

Nizhny Novgorod State agricultural academy

Abstract. The article presents the results of the study of technical and ground germination of Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour) seeds treated with growth stimulants «Siliplant» and «Ecofus». The research part of the work was carried out on the basis of the Department of Forest Crops, Faculty of Forestry, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. Laboratory analyses were carried out in accordance with GOST, pre-sowing preparation and seeding — in accordance with the recommendations. As a result of studies, a positive effect of the drug «Ecofus» in a concentration of 0.5% on technical and ground seed germination, as well as on the safety of seedlings of Siberian pine.

Keywords: introduction, viability, growth stimulants Siliplant, Ecofus, stratification, technical germination, soil seed germination, preservation of seedlings.

Секция 5. Биологические аспекты роста и развития лесных растений

УДК 630.513

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА ПРОЛОНГИРОВАННОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ДЛЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

А. А. Айбекова, Е. А. Асангалиев, А. Л. Воробьев, С. С. Лутай, А. О. Лутай
Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева,
Усть-Каменогорск, Казахстан,

Аннотация. В статье рассмотрена разработка технологии пролонгированного органоминерального удобрения для лесного хозяйства. Использование органоминерального пролонгированного удобрения, содержащего органические и минеральные компоненты в доступной форме, позволит повысить эффективность усвоения растениями питательных и биологически активных веществ и, как следствие, интенсифицировать их продуктивность.

Ключевые слова: удобрение, органические и минеральные компоненты, биологически активные вещества.

Введение. Программа развития научного обеспечения технологий получения сложных минеральных и органоминеральных удобрений Республики Казахстан на 2013–2015 годы разработана в целях формирования и развития конкурентной отрасли производства сложных минеральных удобрений в рамках реализации Стратегии индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2003–2015 годы, утвержденной Указом Президента Республики Казахстан от 17 мая 2003 года № 1096. Разработка Программы обусловлена сложившейся ситуацией и возникшими проблемами в отрасли минеральных удобрений, что требует переоценки ее роли в развитии экономики страны. Программа нацелена на формирование в республике современной отрасли промышленности производства сложных минеральных удобрений, базирующейся на комплексной переработке органоминерального сырья с организацией последовательных технологически взаимосвязанных производств, направленных на обеспечение потребности внутреннего рынка, а также увеличение экспертного потенциала страны. Мероприятия, которые необходимо реализовать в контексте программы разрабатываемого пролонгированного удобрения должны обеспечить создание конкурентоспособного производства органоминеральных удобрений в Республике Казахстан.

Современные синтетические регуляторы роста, как правило, нельзя назвать экологически чистыми. Химическая опасность и высокая стоимость ограничивают их широкое применение. Естественные условия не всегда благоприятны для нормального развития растений, особенно в начальный период. В связи с этим в практике применяют комплекс мероприятий, направленных на повышение продуктивности растений. В первую очередь необходимы такие средства воздействия, которые могут активизировать прорастание семян и усилить жизнедеятельность зародыша на начальном этапе.

Пролонгация (фр. *prolongation*, от лат. *Prolongare* — удлинять) — продление срока действия чего-либо, какого-либо процесса. Благодаря высокой растворимости из почвы вымывается до 40–50 % и более вносимых удобрений. Если удастся сохранить для растений дополнительно хотя бы несколько процентов, то это даст не только высокий экономический эффект, но и позволит одновременно улучшить экологическое состояние окружающей среды. Наиболее реальным способом удержания в почвах удобрений является их пролонгирование, т.е. создание на основе природных сорбентов, например, бентонитов и гуминовых веществ минерально-органических композитов, способствующих равномерному и длительному выделению полезных соединений в почву. В условиях

обострения экологических проблем необходимо создание в Казахстане производства эффективных нетоксичных органоминеральных удобрений пролонгированного действия, способных также улучшать структуру почвы. В этой связи разработка новых экономических и экологически чистых технологий получения удобрений из природного сырья является актуальной задачей [1–4].

Цель исследований — разработка технологии производства и применения органоминерального удобрения пролонгированного действия с целью повышения продуктивности растений.

Объекты, условия и методы. Органоминеральные гуматсодержащие удобрения, позволяют ускорить протекание различных фаз роста, увеличить жизнеспособность, а также общую зеленую массу растений и урожайность. Вовлечение в переработку органоминерального сырья и вторичных ресурсов решает экологические, экономической и социальные проблемы промышленных регионов республики. Для получения пролонгированных органоминеральных удобрений использовали принципиально новый и экологически безопасный способ воздействия на вещество — механоактивация. Механохимическая активация — это ускорение или повышение эффективности химических реакций и физико-химических процессов при механическом воздействии. Механоактивация — высокоэнергетический процесс измельчения и наноструктурирования исходного вещества в вибрационных измельчителях, позволяющий уменьшить размеры исходного продукта до 60–0,25 мкм с наличием значительной доли частиц до 50 нм, что способствует более эффективному использованию растениями питательных и биологически активных веществ, содержащихся в предлагаемом удобрении.

Твердофазная механохимическая обработка проводится в условиях ударно-сдвигового воздействия на смесь растительного сырья и реагента. В результате такой обработки происходит разрушение клеточных стенок, формируются нанобиокомпозиты и протекают химические реакции с образованием водорастворимых форм целевых веществ (потенциальных регуляторов роста). Продукты механохимической обработки могут быть использованы для выделения биологически активных веществ. Выход ряда активных компонентов растительного сырья увеличивается в 1,5–2 раза, повышается селективность выделения. Однако, наиболее экономически эффективными оказываются варианты, в которых возможно непосредственное использо-

вание продукта механохимического превращения в качестве готовой формы препарата — регулятора роста [5–7].

Результаты и обсуждение. Исходным сырьем для производства удобрения служат биогумус, полученный на биогазовой установке в КХ «Багратион» и бентониты Таганского месторождения. Основным механизмом для реализации работы является механохимическая активация компонентов органоминеральных удобрений. Биогумус, получали путем микробиологической биоконверсии (ускоренной биологической ферментации) отходов животноводства и растениеводства. После прохождения ферментации он не содержит ни патогенной микрофлоры, ни семян сорных растений. В ходе микробиологического процесса развиваются микроорганизмы, способные продуцировать антибиотические вещества, задерживающие размножение вредных бактерий, что дает возможность сократить использование ядохимикатов. В результате полезное действие биогумуса выходит на совершенно новый качественный уровень и, в силу своих особенностей, он не только может заменить минеральные азотно-фосфорные и калийные удобрения, но и обеспечить увеличение урожайности от 20 до 35 % по различным культурам. Содержание аминокислот и гуминовых веществ в биогумусе, полученное в КХ «Багратион 2» (табл. 1).

Таблица 1

Содержание аминокислот и гуминовых веществ в биогумусе

Аминокислота	Биогумус, %
Лизин	0,304
Метионин	0,162
Аргинин	0,818
Валин	0,408
Гистидин	0,38
Изолейцин	0,382
Лейцин	0,760
Треонин	0,369
Фенилаланин	0,42
Аспаргин	0,98
Серин	0,564
Триптофан	0,95
Пролин	0,52
Цистин	0,258
Глицин	0,392
Аланин	0,505
Тирозин	0,322
Сумма аминокислот	8,494

Важными органическими соединениями, присутствующими в биогумусе, помимо гормонов, витаминов, аминокислот, являются гуминовые вещества, содержание которых составляет от 13 до 28 %. Они повышают сопротивляемость растений к неблагоприятным условиям внешней среды: засухе, высоким и низким температурам, токсичным веществам. Гуминовые вещества способствуют ускорению роста и развития растений, сокращению вегетационного периода.

Другим компонентом нанобиокомпозита является бентониты, содержащие в своем составе большинство микроэлементов, необходимых растениям. Бентонит — это минеральные образования, относящиеся к классу алюмосиликатов, имеющие высокую дисперсность, т.е. обладающие размером кристаллов на уровне меньше 1 мкН. и, вследствие этого, имеющие большую удельную поверхность. Особенности кристаллохимического строения бентонитов обуславливают наличие на их поверхности ионообменных катионов, достаточно сильно влияющих на физико-химические свойства минералов. Основные элементы, содержащиеся в бентоните, представлены в таблице 2.

Главная составляющая бентонитовых глин — монтмориллонит, содержащий практически всю таблицу Менделеева — представляет собой слоистый силикат, обладающий уникальными свойствами: адсорбционными, ионообменными, каталитическими, детоксикационными, дезинфицирующими и пролонгирующими. Структура монтмориллонита отличается симметричным сложением пачек слоев (как у пиррофиллита). Образует плотные глинистые массы. Кристаллы очень мелкие и видны только под электронным микроскопом — обычно имеют вид неправильных листочков. При смачивании сильно набухает по причине проникновения воды в промежутки между слоями структуры — это важно для сохранения питательных веществ при инкрустации семян.

Известно, что начальная фаза развития растений является чрезвычайно чувствительной к неблагоприятным воздействиям внешней среды, а ее протекание в значительной степени определяет весь ход развития растений. В этой связи представляет определенный интерес разработка новых технологий предпосевной обработки семян лесных культур, обеспечивающих стимулирование физиолого-биохимических процессов роста и развития проростков, путем использования механохимической активации в переработке растительного сырья и невестребованных биовозобнов-

Таблица 2

Химический состав бентонита

№ п/п	Химические соединения	Содержание (%)
1	SiO ₂ оксид кремния	56,4±1,7
2	Al ₂ O ₃ оксид алюминия	24,6±0,8
3	F ₂ O ₃ оксид железа	3,6±0,2
4	CaO оксид кальция	1,6±0,06
5	MgO оксид магния	1,9±0,1
6	SO ₃ оксид серы	0,12±0,02
7	Na ₂ O оксид натрия	1,7±0,05
8	K ₂ O оксид калия	3,9±0,2
9	P ₂ O ₅ оксид фосфора	0,12±0,02
10	MnO оксид марганца	0,1±0,01
11	TiO ₂ оксид титана	4,9±0,3

ляемых ресурсов. В настоящее время производство органоминеральных пролонгирующих удобрений в мире составляет не более 3–5 %. Основными ингредиентами данных препаратов являются различные химические соединения, наносящие огромный вред экологии. В Казахстане предприятия, занимающиеся производством данного вида препаратов, отсутствуют.

Заключение. Полученное удобрение экологически безопасно, т.к. его получают из природного сырья — навоза, переработка которого также позволит улучшить экологическую обстановку. Технология производства препарата является безотходной, в связи с чем не наносит вреда окружающей среде. Органоминеральные удобрения пользуются большим спросом не только в Республике Казахстан, но и в странах ближнего (Россия, Кыргызстан, Узбекистан, Таджикистан) и дальнего (Китай, Пакистан, Южная Корея и др.) зарубежья. Применение органоминеральных удобрений также будет способствовать нормализации экологической ситуации в регионах, испытывающих техногенный и промышленный прессинг, так как они сорбируют органические вещества. Почвы, обогащенные гуминовыми соединениями более устойчивы к действию химических загрязняющих веществ, чем почвы малогумусные. Применение органоминеральных удобрений с микроэлементами активизирует ферменты, улучшают окислительно-восстановительные процессы, повышают синтез аскорбиновой кислоты (витамин С), аминокислот, полипептидов и белков, восстановление в растениях нитратов, участвуют

в фотосинтезе и образовании хлорофилла, увеличивают их устойчивость к неблагоприятному воздействию внешней среды и урожайность, обуславливают высокий уровень численности почвенных микроорганизмов, улучшает структуру почвы. Полученное удобрение способствует достижению сбалансированного питания растений, приводящему к эффективному усвоению питательных веществ и повышению их урожайности в лесном хозяйстве.

Список литературы

1. Авакумов Е. Г. Механохимические методы активации химических процессов. — Новосибирск, 1980. — 297 с.
2. Иванов А. А., Юдина А. В., Ломовский О. И. Влияние механохимической активации на состав и свойства гуминовых кислот торфов // Известия Томского политехнического университета. — 2006. — № 5, том 309. — С. 8–10.
3. Конторина И. С., Рубцова Е. И. Технология предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур импульсным электрическим полем // Материалы научно-практической конференции ученых и студентов с дистанционным участием. Коллективные монографии, 2011. — С. 1–2.
4. Красина И. Б., Темников А. В., Есина А. Н. Влияние механохимической обработки на углеродно-амилазный комплекс пряно-ароматического сырья // Техника и технология пищевых производств. — 2009. — № 2 (13). — С. 42–44.
5. Ломовский О. И. Прикладная механохимия: фармацевтика и медицинская промышленность // Обработка дисперсных материалов и сред. — 2001. — Вып. 11 — С. 81–100.
6. Петров А. В. Повышение полевой всхожести семян укропа и моркови за счет барботирования и обработки регуляторами / Петров Александр Валерьевич: автореферат дис. ... кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.06 / Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева. — Москва, 2002. — 16 с.
7. Стародубцева Г. П. Повышение посевных, урожайных качеств семян и адаптивных свойств сельскохозяйственных культур: автореферат дис. ... доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.09 / Ставропольская гос. с.-х. акад. — Ставрополь, 1997. — 49 с.

Информация об авторах

АЙБЕКОВА Айтг?л Айбек?ызы — магистрантка 2 курса обучения по специальности 7М08301 — Лесные ресурсы и лесоводство, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, ВКО, Казахстан. Область научных интересов — исследования по применению различных видов удобрений для выращивания древесных и кустарниковых пород. E-mail: sslutai@mail.ru

АСАНГАЛИЕВ Елибек Атрауович — кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, ВКО, Казахстан. Область научных интересов — биология растений, инновационные технологии получения фиторегуляторов природного происхождения; инкрустация семян растений, лесная пирология, сохранение биоразнообразия лесов Рудного Алтая. Автор более 130 научных работ, из них 85 инновационных патентов РК. ORCID 0000-0003-4002-8350. E-mail: elibek60@mail.ru

ВОРОБЬЕВ Александр Львович — доктор биологических наук, профессор Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан. Область научных интересов — получение фиторегуляторов роста природного происхождения; инкрустация семян растений; биотехнология в лесном хозяйстве. Автор более 100 научных работ, в т.ч. 62 патентов РК. E-mail: vorobyovalex@mail.ru

ЛУТАЙ Сергей Сергеевич — магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан. Область научных интересов — лесовосстановление, инновационные технологии получения фиторегуляторов природного происхождения; инкрустация семян растений, сохранение биоразнообразия Рудного Алтая. Автор 30 научных публикаций, в т.ч. 8 патентов РК. E-mail: sslutai@mail.ru

ЛУТАЙ Анастасия Олеговна — магистр технических наук, преподаватель Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан. Область научных интересов — техническое регулирование, стандартизация и аккредитация в обеспечении качества продукции, товаров и услуг; инкрустация семян растений, сохранение биоразнообразия; лесозащита и управление лесными ресурсами. Автор более 30 научных публикаций. E-mail: lutay_ao@mail.ru

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF PROLONGED ORGANOMINERAL FERTILIZER FOR FORESTRY

A. A. Aibekova, E. A. Asangaliev, A. L. Vorobyov, S. S. Lutay, A. O. Lutay
D. Serikbayev East Kazakhstan technical university

Abstract. The article considers the development of the technology of prolonged organomineral fertilizer for forestry. The use of organomineral-prolonged fertilizer containing organic and mineral components in an accessible form will increase the efficiency of plants' assimilation of nutrients and biologically active substances and, as a result, intensify their productivity.

Keywords: fertilizer, organic and mineral components, biologically active substances.

УДК 631.53.01

ИЗУЧЕНИЕ РЕГУЛЯТОРА РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

Е. А. Асангалиев, Б. Апишукур
Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева,
Республика Казахстан, город Усть-Каменогорск

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния физиологически активных веществ, полученных из вегетативной части ивы плакущей, черемухи, клена остролистного, выращенных в питательном растворе, на рост и развитие семян осины обыкновенной (*Populus tremula* L.). В результате проведенных испытаний наилучший эффект был достигнут при использовании предлагаемого препарата в водном растворе концентрацией 0,01 %. При этом, количество листьев и корней увеличилось на 15 % от контроля. Реализация указанного метода предпосевной обработки семян в производственных условиях подтвердило его высокую результативность. Приживаемость составила 95 %. Таким образом, нами разработана биотехнология получения эффективного стимулятора из вегетативных частей ивы плакущей, черемухи, клена остролистного и определено его влияние на семена испытываемых растений осины обыкновенной.

Ключевые слова: физиологически активные вещества, регуляторы роста, осина обыкновенная выращивания широколиственных деревьев

Введение. В перечень приоритетных направлений фундаментальных и прикладных научных исследований в области биотехнологии в Республике Казахстан вошло создание теоретических основ и формирование условий для внедрения в производство инновационных препаратов и разработок в этой сфере с целью дальнейшего развития высококачественного сельского и лесного хозяйства. Перспективы их модернизации и дальнейшего совершенствования связаны с рядом новых факторов, в частности, с широким применением фитогормонов, стимулирующих рост и развитие растений. Современные синтетические регуляторы роста обычно нельзя назвать экологически чистыми. Химическая опасность и высокие затраты ограничивают их широкое использование. Стимуляторы роста из натурального сырья обеспечивают устойчивость растений к неблагоприятным условиям окружающей среды и болезням, активизируют образование корней, рост побегов, репродуктивных органов и фитомассы. Экономические

выгоды от использования стимуляторов роста и фитогормонов во много раз превышают затраты на их производство или приобретение [1,20]. Для решения проблемы повышения устойчивости культурных растений в агро- и экосистемах к действию стрессовых агентов среды обитания и получения стабильно высоких урожаев качественной растительной продукции актуальной является разработка экологически безопасных и высокоэффективных препаратов комплексного действия, а именно, обладающих адаптогенными, ростостимулирующими и фитопротекторными свойствами. В этой связи в качестве компонентов для приготовления регулятора роста и развития растений использовали проросшие черенки ивы плакущей белой, имеющие огромное количество биологически активных веществ, в том числе салициловую кислоту и бентонит, характеризующийся высоким содержанием окиси кремния и другими жизненно необходимыми для растений микро- и макроэлементами. Кора ивы белой обладает значительным

арсеналом биологически активных веществ, среди которых наиболее важными являются фенольные гликозиды, производные салициловой кислоты и флавоноиды. В коре ивы также имеется и свободная салициловая кислота. Кроме салициловой кислоты в коре и листьях разных видов ивы обнаружены гликозиды салициловой кислоты, в частности, салидрозид, саликозид и другие соединения. Помимо фенольных соединений, в разных видах ивы содержится до 5 % флавоноидов и значительное количество дубильных веществ [19].

Одной из важнейших ответных реакций растений на действие неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе низких температур, является повышение содержания фитогормонов, играющих ключевую роль в ростовых, морфогенетических и адаптивных процессах [25]. Суть предлагаемого подхода заключается в переводе в биологически доступную форму активных веществ, содержащихся в растительном сырье, за счет высокоинтенсивной механохимической переработки сырья с образованием жидкости с активными веществами, полученными в результате смешивания чернозема, навоза с водой и с измельченными ветками. Выход биологически активных веществ из растительного сырья при такой обработке увеличиваются в 1,5–2 раза, повышается селективность выделения. Наиболее экономически эффективным является непосредственное использование продукта механохимического превращения в качестве готовой формы биологически активного препарата — регулятора роста [24].

Объекты, условия и методы. В работах российских ученых, в частности М. Г. Николаева, выявлена роль температуры и фитогормонов как агентов физиологического пробуждения семян [23]. Исследованиями Н. И. Мамонова и др. установлено влияние биостимуляторов на качество посева семян и рост саженцев ели [21,22]. Нами в исследовательских целях использовались семена широколистного древесного растения — осины обыкновенной (*Populus tremula* L.). Выбор этого вида обусловлен его повсеместным распространением на территории Республики Казахстан, где представители рода тополь, имея большое хозяйственное значение, активно и многопланово изучаются на протяжении длительного периода времени [12–16]. Аналогичные работы ведутся и в Российской Федерации [2–11,17,18].

Использовали самые лучшие по внешнему виду семена без признаков механического повреждения и травм. Первый посев провели 15 марта 2016 года. Ровно через месяц, в апреле 2016 года, он был по-

вторен с целью подтверждения корректности методики и результативности применяемых технологий предпосевной обработки семян. Эксперимент проводился в лабораторных условиях, количество семян в каждой из четырех повторностей — по 50 шт., срок наблюдения — через каждые 7 дней. Для посева использовались жизнеспособные, наиболее крупные, хорошо созревшие семена. В целях их сортировки использовали 3–5 % раствор поваренной соли (30–50 г на 1 л воды). Семена осины обыкновенной (*Populus tremula* L.) заливали небольшим объемом раствора и перемешивали 1–1,5 минуты до образования пузырьков воздуха. Всплывшие на поверхность семена были удалены. Раствор, в котором находились осевшие на дно семена, тщательно фильтровали, дважды промывали чистой водой и просушивали. Исследования проводились в три этапа: 1 этап — подготовительный; 2 этап — исследовательский; 3 этап — аналитический.

На первом этапе была проанализирована научная литература по данному вопросу, определены цель, задачи и объект исследования, отобраны семена осины обыкновенной и подготовлены регуляторы роста, необходимые в работе. Теоретическое исследование позволило установить биологические параметры объекта исследования; изучить регуляторы роста и их отличительные особенности. Это позволило получить научные данные об объекте исследования, то есть о конкретном виде древесных растений и его происхождении, особенностях размножения, морфологии и биологии и методах выращивания. На втором этапе изучалось влияние регуляторов роста на динамику развития древесных растений. На третьем этапе были обработаны полученные данные.

Результаты и обсуждение. В процессе изучения установлено действие различных концентраций предлагаемого регулятора роста из ивы плакущей на энергию прорастания и всхожесть семян осины обыкновенной (табл. 1). Притом что общая тенденция в реакции семян на различную концентрацию биопрепарата прослеживалась не вполне однозначно, положительный эффект его влияния обнаружен во всех вариантах.

Динамика процессов прорастания семян и последующего развития всходов осины обыкновенной на фоне применения различных концентраций регулятора роста отражена на рисунках 1 и 2.

На рисунке 2 заметно, что семена осины обыкновенной, обработанные испытываемым биоактивным препаратом в различной концентрации, демонстрировали неодинаковые темпы прорастания.

**Влияние различных концентраций регулятора роста из ивы плакучей
на темпы прорастания семян осины обыкновенной**

№	Концентрация, %	Срок появления всходов, недели								Всего
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1	-	33	7	3	2	3	-	-	48
2	0,1	-	28	9	2	5	-	-	-	44
3	0,01	-	36	9	4	-	-	-	-	49
4	0,001	-	30	7	6	1	3	-	-	47
5	0,0001	-	29	7	5	2	3	-	-	46
6	Контроль	-	20	6	3	1	5	2	6	43



Рисунок 1 — Проростки семян осины обыкновенной, обработанных регулятором роста из ивы плакучей в концентрации 0,01 %

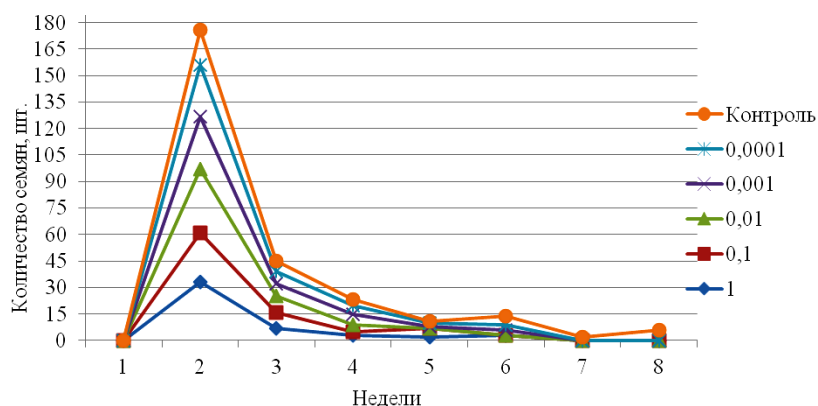


Рисунок 2 — Влияние различных концентраций регулятора роста из ивы плакучей на прорастание семян осины обыкновенной (по 4 сотням семян)

Наиболее отчетливо это наблюдалось в первые две недели. За указанный период в варианте опыта с обработкой 0,01 % водным раствором исследуемого вещества, всходы появились быстрее чем у половины семян, а в итоге проросло 49 шт. из 50 шт. В остальных вариантах для достижения подобного состояния потребовалось четыре недели, а в контроле процесс завершился на восьмой неделе с количественной оценкой 43 шт. На основе полученных данных (см. табл. 1, рис. 2) удалось сделать заключение о том, что рассматриваемый регулятор роста оказал ощутимое влияние на темпы прорастания семян осины обыкновенной. Лучшей из числа испытанных оказалась его концентрация 0,01 %: показатель грунтовой всхожести достиг 98 % (49 шт. из 50), что на 12 % больше по сравнению с контрольным значением.

Заключение. В результате проведенных экспериментов разработан и опробован новый регулятор роста из природного сырья — вегетативной части ивы плакучей, черемухи обыкновенной и клена остролистного, выращенных в питательном растворе — для стимуляции семян осины обыкновенной (*Populus tremula* L.). В концент-

рации 0,01 % препарат оказал ощутимое влияние на увеличение темпов прорастания семян осины обыкновенной (на 12 % больше по сравнению с контрольным значением). Его основным преимуществом перед другими подобными средствами является дешевизна и экологическая чистота, поскольку он производится по безотходной технологии из природного возобновляемого сырья без использования дорогостоящих и вредных органических растворителей. Высокая эффективность предлагаемых препаратов обеспечивается механоактивацией исходных компонентов, при которой биологически активные вещества диспергированных растительных клеток переходят в доступную для прорастающих семян форму. Также следует учитывать, что регуляторы роста при предпосевной обработке семян используют в незначительных дозах, что даёт немалую экономию денежных средств, позволяет снизить расход средств защиты растений и значительно улучшить состояние окружающей среды. Высокая эффективность, экологическая чистота и низкая себестоимость производства дают основание рекомендовать представленный препарат для применения в лесном хозяйстве.

Список литературы

1. Безуглова О. С. Удобрения и стимуляторы роста. — Ростов на Дону: Феникс, 2000. — С. 185–218.
2. Бессчетнов В.П., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Наследственная обусловленность видоспецифичности тополей по содержанию крахмала в тканях побегов // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2021. Т. 25, № 1.- С. 22–31. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-1-22-31.
3. Бессчетнов П. В. Изменчивость морфометрических характеристик листового аппарата тополей в городских посадках Нижнего Новгорода // Изучение, сохранение и рациональное использование растительного мира Евразии. Международная научная конференция, посвященная 85-летию Института ботаники и фитоинтродукции Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан КН МОН РК. Секция 3 Сохранение ботанического разнообразия ex-situ и in-situ. Алматы, 17–19 августа 2017 года. Алматы: Институт ботаники и фитоинтродукции, 2017. — С. 519–524.
4. Бессчетнов П. В. Морфометрические характеристики листьев тополей в условиях городских посадок Нижнего Новгорода // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2018. — № 4 (20). — С. 17–27.
5. Бессчетнов П. В. Индивидуальная изменчивость морфологических характеристик листового аппарата особей тополя белого (*Populus alba* L.) // Рост и воспроизводство научных кадров в сельском и лесном хозяйстве: Всероссийская научно-практическая интернет-конференция с международным участием для обучающихся и молодых ученых: Нижний Новгород, 18–19 декабря 2019 года. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 68–74.
6. Бессчетнов П.В., Бессчетнова Н. Н. Корреляция параметров листового аппарата тополей в условиях городских посадок // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2018. — № 1 (48). — С. 5–10. DOI: 10.12737/article_5afafe02978e82.68901305
7. Бессчетнов П.В., Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка пылезадерживающей способности тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L // Актуальные проблемы устойчивого развития лесного комплекса. Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию высшего лесного образования в Казахстане. — Алматы, Казахстан: КазНАУ, 2018. — С. 68–73.
8. Бессчетнов П.В., Бессчетнова Н. Н. Внутривидовое разнообразие тополя белого по морфометрическим параметрам листа // Биологическое разнообразие лесных экосистем: состояние, сохранение и использование: Материалы международной научно-практической конференции: г. Гомель, 13–15 ноября 2018 г. / редколлегия: А. И. Ковалевич [и др.]: Институт леса НАН Беларуси. — Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2018. — С. 24–27.
9. Бессчетнов П.В., Бессчетнова Н. Н. Тополь белый (*Populus alba* L.) в объектах озеленения Нижегородской области: корреляция и регрессия параметров листового аппарата // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2019. — № 2 (22). — С. 25–31.
10. Бессчетнов П.В., Бессчетнова Н. Н. Специфика содержания крахмала в тканях побегов разных видов тополей // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 2 (26). — С. 23–34.
11. Бессчетнов П.В., Бессчетнова Н. Н. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 13–23.
12. Бессчетнов П.В., Бессчетнова Н. Н., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Состояние и перспективы использования представителей рода тополь (*Populus* L.) в городских посадках в России, Беларуси и Казахстане // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 93–100.
13. Бессчетнов П. П. Тополь (Культура и селекция). — Алма-Ата: Кайнар, 1969. — 155с.
14. Бессчетнов П.П., Грудзинская Л. М. Влияние экологических факторов на изменчивость морфологических признаков тополя сизолистного // Экология. — 1974. — № 6. — С. 37–40.
15. Бессчётнов П. П. Роль интрогрессивной гибридизации в образовании новых видов тополей // Труды Института экологии растений и животных (Уральский научный центр АН СССР). — Вып. 91. Закономерности внутривидовой изменчивости лиственных древесных пород. — Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975. — С. 3–8.
16. Бессчетнов П.П., Грудзинская Л. М. Туранговые тополя Казахстана. — Алма-Ата: Наука, 1981. — 152 с.
17. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — Вып. 232. — С. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104.
18. Бессчетнова Н.Н., Бессчетнов П. В. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2021. -№ : 5 (383). — С.: 48–64. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-48-64
19. Зузук Б.М., Куцик Р. В., Недоступ А. Т. Хоменец И. З., Перьяков В. В. Ива белая *Salix alba* L. (Аналитический обзор) [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: [http://provisor.com.ua/Ива белая](http://provisor.com.ua/Ива%20белая)
20. Катернюк М.В. и др. Влияние биологически активных веществ на всхожесть семян сосны обыкновенной // Состояние и перспективы развития плодоводства, овощеводства и лесного хозяйства Западной Сибири. — Барнаул, 2005. — С. 245–247.
21. Кентбаев Е.Ж., Кентбаева Б. А., Каспакбаев Е.М., Казакстан еке ормандарын есіру ағаштары мен буталары. Алматы: Окулык, ТОО «Нур-Принт». — 2015. — 364 б.

22. Мамонов Н.И., Яншин В. П., Мамонова Н. С. Влияние биостимуляторов на посевные качества семян и рост сеянцев ели обыкновенной // Генетика, селекция, семеноводство и интродукция лесных пород. Вып 3. — Воронеж: Центр. науч.-исслед. Институт лесной генетики и селекции, 1976. — С. 74–79.
23. Николаева М. Г. Роль температуры и фитогормонов в нарушении покоя семян. — Л.: Наука, 1981. — 159 с.
24. Рожанская О.А., Юдина Н. В., Ломовский О. И., Королев К. Г. Влияние продуктов механохимической активации торфа и древесного сырья на морфогенез растений *in vitro* и *in vivo*//Химия растительного сырья. — 2003. — № 3. — С. 29–34.
25. Титов А.Ф., Таланова В. В. Устойчивость растений и фитогормоны. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. — 206 с.

Информация об авторах

АСАНГАЛИЕВ Елибек Атрауович — кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, ВКО, Казахстан. Область научных интересов — биология растений, инновационные технологии получения фиторегуляторов природного происхождения; инкрустация семян растений. Автор более 130 научных работ, из них 85 инновационных патентов РК. ORCID 0000–0003–4002–8350. E-mail: elibek60@mail.ru

АПШИКУР Байтак — кандидат технических наук, доцент, профессор школы «Наук о земле», Восточно-Казахстанский Технический Университет им. Д. Серикбаева, Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск. Область научных интересов — теоретические основы метода конечных элементов, оценка техногенных рисков на основе материалов дистанционного зондирования земли. E-mail: bake.ab@mail.ru

STUDY OF THE REGULATOR GROWTH AND DEVELOPMENT OF PLANTS FROM NATURAL RAW MATERIALS

E. A. Asangaliev, B. Apshikur

East Kazakhstan State Technical University named after D. Serikbayev, Ust-Kamenogorsk city

Abstract. The article presents the results of studies on the effect of physiologically active substances obtained from the vegetative part of weeping willow, bird cherry, holly maple grown in nutrient solution on the growth and development of aspen seeds (*Populus tremula* L.). As a result of the tests, the best effect was obtained when using the proposed drug in a dilution of 0.01 % solution. At the same time, the number of leaves and roots increased by 15 % of the control. The use of the method of growing seeds in production conditions has shown its high efficiency. Survival rate was 95 %. Thus, in this regard, we have developed a biotechnology for obtaining an effective stimulant from the vegetative part of weeping willow, bird cherry, holly maple and determined its effect on plants.

Keywords: physiologically active substances, growth regulators, cultivation of broad-leaved trees, aspen seeds.

СОДЕРЖАНИЕ И БАЛАНС ЗАПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *BETULA* L.

Р. Н. Бабаев^{1,2}, Н. Н. Бессчетнова², В. П. Бессчетнов²

¹Союз лесовладельцев Нижегородской области, г. Нижний Новгород, Россия;

²Нижегородская ГСХА, г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Исследовано содержание и соотношение крахмала и жиров в однолетних побегах 10 представителей рода Береза (*Betula* L.), в том числе 1 аборигенного для Нижегородской области (береза повислая) и 9 интродуцированных видов. Объекты исследований сосредоточены в Ботаническом саду «Национального исследовательского Нижегородского государственного университета им. Н. И. Лобачевского». Работы проводились в июле 2020 года. С трех учетных растений каждого представителя рода Береза срезалось по 9 побегов — с периферии среднего яруса хорошо освещенного участка кроны деревьев. Из центральной части побегов готовили поперечные срезы для дальнейших микроскопических исследований. При определении содержания запасных веществ использовались стандартные лабораторные методы гистохимического анализа, который применяют при изучении биологических особенностей древесно-кустарниковых видов, в том числе березы. Выявлены генотипические различия между исследуемыми образцами по содержанию и балансу запасных веществ. Полученные результаты свидетельствуют о заметной генотипической обусловленности различий между исследуемыми видами и формами березы и соответствуют представлению о выровненности условий произрастания видов на территории ботанического сада и минимизации в соответствии с этим влияния внешних факторов на дифференциацию анализируемых растений по учитываемым показателям. Среди интродуцентов наибольшим сходством с березой повислой обладает береза карельская, что определяет ее селекционный потенциал для внедрения в лесные насаждения Нижегородской области как наиболее высокий.

Ключевые слова: береза, интродукция, запасные вещества, крахмал, жиры, гистохимический анализ.

Введение. Одним из важных направлений государственной стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации является повышение продуктивности и улучшение породного состава лесов на землях различного целевого назначения. Добиться требуемых результатов удастся во многом за счет интродукции, а также выборочного улучшения основных лесообразующих пород, сохранения их биологического разнообразия и внутривидового полиморфизма. В России, в том числе на территории Нижегородской области, к их числу вполне справедливо можно отнести представителей рода Береза (*Betula* L.). Виды и формы, входящие в таксономическую систему данного рода, регулярно находятся в поле зрения отечественных [1–4,22,23,25,26] и иностранных [36–38] специалистов. Предметом систематических и разносторонних исследований является их устойчивость к биотическим и абиотическим факторам, ценные свойства древесины и различные экологические функции, которые определяют ее экологическую, экономическую и хозяйственную значимость [1–4,22,23,25,26,36,37]. На территории Нижегородской области произрастают естественные насаждения березы повислой (*Betula pendula* Roth.), созданы полезащитные лесные полосы, лесные культуры и объекты озеленения с участием этой породы [1–4]. Физиологическое состояние древесных

и кустарниковых видов растений оказывает значительное влияние на их устойчивость и продуктивность, определяет степень их адаптации к преобладающим условиям окружающей среды и, как следствие, селекционный потенциал и ценность интродукции [1,5–7,12,16,19,34,35]. Наличие крахмала в тканях растения выступает показателем его готовности к осуществлению роста, репродукции, лигнификации ксилемы. Присутствие жиров служит индикатором готовности к преодолению неблагоприятных факторов зимы и, прежде всего, связано с морозоустойчивостью древесных видов [27–29]. Содержание крахмала и жиров в тканях растительных организмов взаимосвязано, а их динамика имеет встречно-противоположную направленность [1, 9,11,13,15,17,19–21,27–29]. Жиры накапливаются за счет крахмала осенью и зимой, весной снова превращаются в углеводы, а их суммарное содержание определяет общий энергетический потенциал растений [1,27–29]. Поскольку наличие запасных веществ видоспецифично, то также видоспецифичным справедливо признать и их суммарное количество и баланс между ними. Исследования физиологии древесных и кустарниковых видов растений невозможно отделить от всестороннего изучения их биологии [18,34]. Вышеизложенное напрямую относится к листовым породам, распространенным в Среднем По-

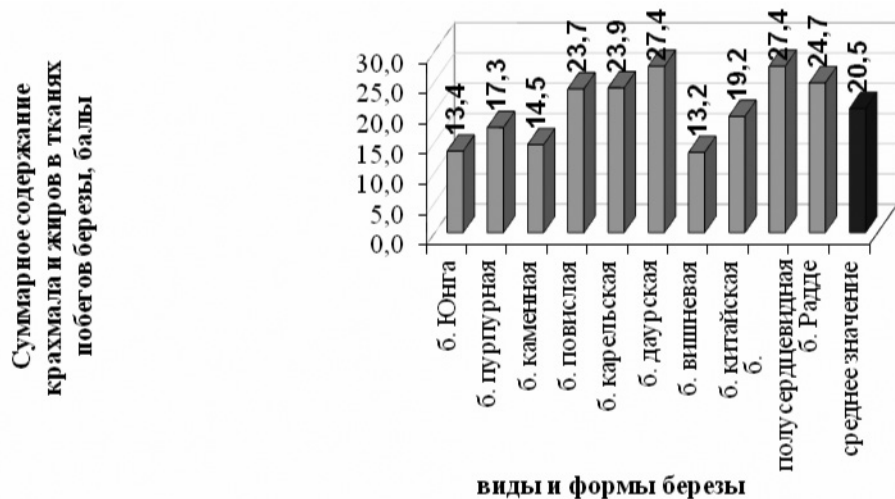


Рисунок 1 — Суммарное содержание крахмала и жиров (средние значения)

волжье и Нижегородской области [1–4,9–11,21,25], включая представителей рода Береза [1–4,25]. Фенотипические проявления содержания и баланса запасных веществ в их тканях находится под выраженным контролем со стороны генотипа, что подтверждается рядом публикаций [1,5,13–15,17,18,20]. Вместе с тем проведенные и накопленные в этом направлении сведения требуют дальнейшей проработки и детализации.

Цель работы — получение сравнительной оценки различных видов и форм, входящих в таксономическую систему рода Береза, по содержанию и соотношению крахмала и жиров в тканях годичных побегов.

Объекты и методика исследования. Объектами исследований служили представители рода Береза (*Betula* L.), сосредоточенные в ботаническом саду ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского» (географические координаты участка — 56°15'21.8"N 44°0'20.2"E, район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации). В состав ботанического сада входит 1 аборигенный вид — береза повислая (*Betula pendula* Roth.) и 9 экзотов, в числе которых береза каменная (*Betula ermanii* Cham.); береза карельская (*Betula pendula* var. *carelica* (Merckl.) Hamet-Ahti); береза даурская (*Betula dahurica* Pall.); береза вишневая (*Betula lenta* L.); береза белая китайская (*Betula albosinensis* Burkill); береза полусердцевидная (*Betula papyrifera* var. *subcordata* (Rydb. ex B. T. Butler) Sarg.); береза Радде (*Betula raddeana* Trautv.); сорт береза повислая 'Юнга' (*Betula pendula* 'Youngii'); сорт береза повислая 'Пурпуреа' (*Betula pendula* 'Purpurea').

Методология работы базировалась на принципах единственного логического различия, типич-

ности, пригодности и целесообразности опыта. При этом соблюдали требования к типичности, пригодности и надежности опыта. Исследования производились в июле 2020 года. Было выбрано по 3 дерева каждого вида и формы возрастом 45 лет, с которых одновременно заготавливалось по 9 нормально развитых однолетних побегов без признаков повреждения. Из их средней части делались поперечные срезы, которые после окрашивания и фиксации анализировались с помощью микроскопа Микмед-2. Для контроля исследования использовались неокрашенные срезы — эталоны.

Для определения содержания в растительных клетках запасных веществ использовали лабораторные методы гистохимического анализа, которые широко и традиционно применяют при изучении биологических особенностей древесных и кустарниковых видов [8,13–15,17,18,20,24,34], в том числе березы [1–4]. Наличие крахмала выявляли раствором Люголя, присутствие жиров фиксировали по реакции на Судан-III, количественную оценку их содержания давали в условных баллах [1–5,8,13,15,18,19]. Принятая организационно-методическая схема опыта была неоднократно апробирована в работе с широким перечнем видов древесных и кустарниковых растений, подтвердив свою высокую эффективность [1–5,8,13,15,18,19]. Статистический и дисперсионный анализ выполняли по общепринятым методикам с использованием вычислительных алгоритмов для электронных таблиц Excel, разработанных авторами [5,13–15,17,18,20].

Результаты и их обсуждение. Исследуемые виды проявили неоднородность в суммарном содержании запасных веществ (крахмала и жиров) в тканях своих побегов (рис. 1).

Отношение суммарного содержания
крахмала к суммарному содержанию
жиров

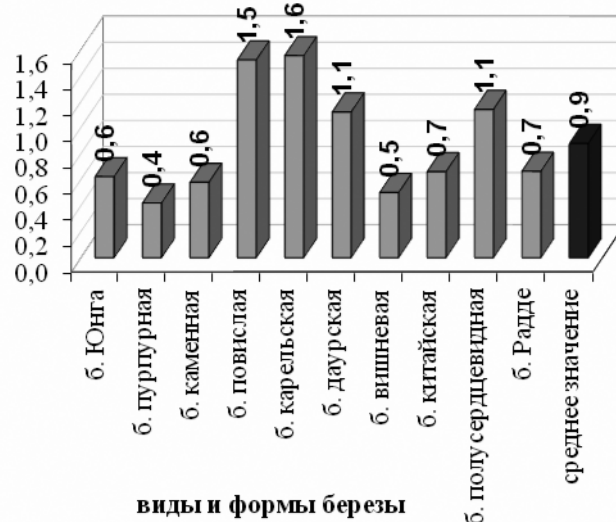


Рисунок 2 — Отношение содержания крахмала к содержанию жиров

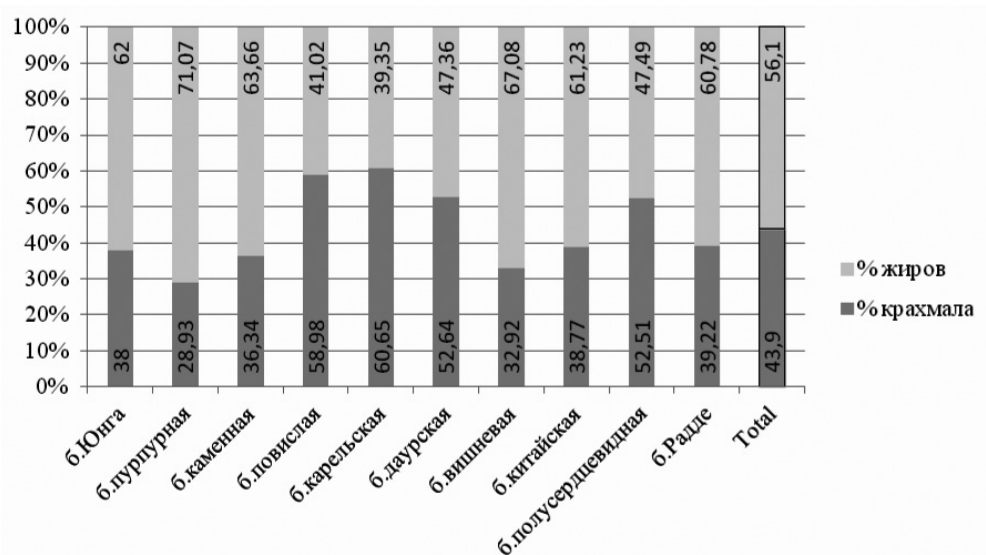


Рисунок — 3. Доля участия запасных веществ

Наибольшее количество этих запасных веществ отмечено у б. даурской ($27,44 \pm 0,54$ балла) и б. полусердцевидной ($27,44 \pm 1,00$ балла), а наименьшее — у б. вишневой ($13,22 \pm 0,37$ балла). В представленных оценках наибольшее среднее превышает соответствующий минимум в 2,08 раза или на 14,22 балла, а обобщенное для всего массива данных среднее значение (вариант Total) составило $20,49 \pm 0,38$ балла. Фенотипическая неоднородность состава обследованных видов березы отчетливо проявилась и по отношению содержания крахмала к содержанию жиров в тканях годичного побега (рис. 2). Отчетливо обозначились объекты, занимавшие лидирующие позиции по величине средних значений содержанию крахмала: б. повислая ($1,52 \pm 0,10$) и б. карельская ($1,55 \pm 0,03$). Наименьшие оценки были присущи б. пурпурной ($0,42 \pm 0,03$) и б. вишневой ($0,50 \pm 0,02$). Наибольшее

среднее значение указанной характеристики физиологического состояния побегов ($1,55 \pm 0,10$), отмеченное у б. карельской, превысило наименьшую оценку ($0,42 \pm 0,03$), отмеченную у б. пурпурной, в 3,69 раза, или на 1,13 балла.

Индивидуальные различия обследованных видов березы были заметны и по доле участия крахмала и жиров по отдельности в формировании общего содержания указанных запасных веществ (рис. 3).

По понятным причинам соотношение между характеристиками учетных видов оказалось зеркально-обратным по отношению друг к другу. По доле крахмала от общего содержания исследованных запасных веществ наибольший результат показала б. карельская ($60,65 \pm 0,52$ %). В тоже время б. карельская заняла наименьшую позицию по доле жиров — $39,35 \pm 0,52$ %. Близкое к б. карельской зна-

**Существенность различий между представителями рода Береза по содержанию
и соотношению крахмала и жиров**

Параметры	F-критерий	Алгоритм Плохинско- го Н. А. ($h^2 \pm s_h, 2$)	Алгоритм Снедекора Дж. У. ($h^2 \pm s_h, 2$)	Существенная разность	
				НСР ₀₅	D ₀₅
Сумма содержания крахмала	245,20	0,8946±0,0036	0,9004±0,0034	0,80	1,44
Сумма содержания жиров	20,83	0,4190±0,0201	0,4235±0,0200	1,36	2,45
Сумма содержания запасных веществ	86,75	0,7502±0,0086	0,7605±0,0083	1,68	3,03
Отношение содержания крах- мала к жирам	87,92	0,7527±0,0086	0,7630±0,0082	0,12	0,22
Доля содержания крахмала	103,06	0,7811±0,0076	0,7908±0,0072	3,08	5,55
Доля содержания жиров	103,06	0,7811±0,0076	0,7908±0,0072	3,08	5,55

Обозначения: F-критерий — опытный критерий Фишера ($F_{05/01} = 1,92/2,50$); $h^2 \pm s_h, 2$ — показатель силы влияния фактора и ошибка силы влияния фактора; НСР₀₅ — наименьшая существенная разность; D₀₅ — критерий Тьюки на 5-процентном уровне значимости.

чение имеет аборигенный вид — б. повислая, где доля крахмала $58,98 \pm 1,31$ %, а жиров $41,02 \pm 1,32$ %. В целом по опыту наблюдается, что в июле месяце (разгар вегетационного периода) жиров в тканях побегов содержится больше, о чем свидетельствуют и среднее значение (вариант Total), которое составило $56,10 \pm 0,74$ % (жиры) против $43,90 \pm 0,74$ % (крахмал).

Поскольку зафиксированная неоднородность видов березы проявилась на выровненном фоне условий произрастания (почвы, климат, условия освещения, агротехника создания и пр.) и в ситуации, при которой ни одному из видов заведомо не предоставлялись преимущества в росте и развитии, причину её возникновения в значительной мере можно связать с индивидуальными эндогенными особенностями исследуемых видов, прежде всего, со спецификой их генотипов. Дисперсионный анализ, выполненный по однофакторной схеме, подтвердил указанные предположения (табл. 1).

Различия между сравниваемыми видами по всем анализируемым признакам оказались существенными, на что указывают величины опытных критериев Фишера, значительно превысившие минимально допустимые табличные значения как на 5-процентном, так и на 1-процентном уровне значимости.

Такой результат позволил продолжить выполнение расчетов и вычислить долю влияния организованного фактора (в нашем случае — это генотипические обусловленные различия между видами). Наибольшие оценки в расчетах по алгоритму Плохинского составили $89,46 \pm 0,36$ % и наблюдались по суммарному содержанию крахмала, наименьшая

($41,90 \pm 2,01$ %) — по суммарному содержанию жиров. Выполнение расчетов по алгоритму Снедекора дало сопоставимые оценки. Полученный на данном этапе дисперсионного анализа результат создал необходимые предпосылки для его продолжения в направлении вычисления оценок доли влияния организованных факторов между исследуемыми видами рода Береза по каждому из признаков (табл. 2).

Межвидовые различия по содержанию крахмала в однолетних побегах представителей рода Береза (фактор А) проявились вполне контрастно, и критерии Фишера по всем признакам превысили минимально допустимый порог как на 5-процентном уровне значимости, так и на 1-процентном ($F_{A05/01} = 1,92/2,50$), принимая значения от 34,32 (Сумма содержания жиров) до 322,23 (Сумма содержания крахмала). Наибольшие значения доли влияния данного фактора отмечены по суммарному содержанию крахмала в тканях и учетных зонах побега: $89,46 \pm 0,40$ % при $F_h 2 = 223,65$. Минимальные величины были характерны для суммарного содержания жиров в тканях и учетных зонах побега: $41,90 \pm 2,18$ % при $F_h 2 = 19,22$.

Различия между учетными деревьями одного вида (фактор В) в формирование общего фона дисперсии признаков не столь велико и только по суммарному содержанию крахмала в тканях и учетных зонах побега (Сумма содержания крахмала) уверенно преодолел 5-процентный и 1-процентный уровень значимости со значением 8,61. Преодолеть порог 5-процентного уровня значимости удалось также по общему суммарному содержанию крахмала и жиров (4,46), доле содержания крахмала (3,17) и доле содержания

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа по содержанию и соотношению крахмала и жиров в тканях однолетних побегов представителей рода Береза

Признаки	Источник дисперсии	F-критерий	Алгоритм Плохинского Н. А.		Алгоритм Снедекора Дж.У.	
			h^2	$\pm s_{h^2}$	h^2	$\pm s_{h^2}$
Сумма содержания крахмала	виды (A)	322,23	0,8946	0,0040	0,8884	0,0042
	деревья (B)	8,61	0,0053	0,0083	0,0063	0,0083
	взаимодействие (AB)	4,69	0,0261	0,0730	0,0306	0,0727
	остаток (Z)	-	0,0740	0,9260	0,0747	0,9253
Сумма содержания жиров	виды (A)	34,32	0,4190	0,0218	0,3773	0,0234
	деревья (B)	2,49	0,0067	0,0083	0,0050	0,0083
	взаимодействие (AB)	10,18	0,2487	0,0563	0,3120	0,0516
	остаток (Z)	-	0,3256	0,6744	0,3057	0,6943
Сумма содержания запасных веществ	виды (A)	140,25	0,7502	0,0094	0,7220	0,0104
	деревья (B)	4,46	0,0053	0,0083	0,0054	0,0083
	взаимодействие (AB)	9,52	0,1019	0,0674	0,1326	0,0651
	остаток (Z)	-	0,1426	0,8574	0,1400	0,8600
Отношение содержания крахмала и жиров	виды (A)	114,17	0,7527	0,0093	0,7394	0,0098
	деревья (B)	2,60	0,0038	0,0083	0,0031	0,0083
	взаимодействие (AB)	5,14	0,0677	0,0699	0,0811	0,0689
	остаток (Z)	-	0,1758	0,8242	0,1764	0,8236
Доля содержания крахмала	виды (A)	146,14	0,7811	0,0082	0,7632	0,0089
	деревья (B)	3,17	0,0038	0,0083	0,0034	0,0083
	взаимодействие (AB)	6,80	0,0726	0,0696	0,0914	0,0681
	остаток (Z)	-	0,1425	0,8575	0,1420	0,8580
Доля содержания жиров	виды (A)	146,14	0,7811	0,0082	0,7632	0,0089
	деревья (B)	3,17	0,0038	0,0083	0,0034	0,0083
	взаимодействие (AB)	6,80	0,0726	0,0696	0,0914	0,0681
	остаток (Z)	-	0,1425	0,8575	0,1420	0,8580

¹Обозначения: F-критерий — опытный критерий Фишера; ($F_{A05/01} = 1,92/2,50$; $F_{B05/01} = 3,04/4,71$; $F_{AB05/01} = 1,65/2,03$); h^2 — показатель силы влияния фактора; $\pm s_{h^2}$ — ошибка показателя силы влияния фактора.

²Факторы влияния: A — организованный фактор, действие которого связано с межвидовыми различиями; B — организованный фактор, действие которого связано с различиями между учетными деревьями одного вида; AB — эффект взаимодействия организованных факторов A и B; Z — неорганизованный фактор или остаточная дисперсия, соответствующая внутригрупповой (случайной) изменчивости.

жиров (3,17). В такой ситуации эффективность влияния фактора B возможно признать несущественной.

Эффект взаимодействия организованных факторов (фактор AB) по всем признакам оказался статистически значимым и был способен вызывать формирование существенных различий между видами. Величины критерия Фишера укладывались в диапазон от 4,69 (Сумма содержания крахмала) до 10,18 (Сумма содержания жиров).

Влияние комплекса неорганизованных факторов, вызывающих так называемую остаточную дисперсию, возникновение которой не связано с действием какого-либо организованного фактора, в ряде случаев (по отдельным учетным зонам и тканям) преобладало и приобретало значения: от

7,40 % (суммарное содержание крахмала) до 32,56 % (суммарное содержание жиров).

Вывод. Полученные в ходе проведенного исследования результаты свидетельствуют о заметной генотипической обусловленности различий между исследуемыми видами и формами березы и соответствуют представлению о выровненности условий произрастания видов на территории ботанического сада и минимизации в соответствии с этим влияния внешних факторов на дифференциацию анализируемых растений по учитываемым показателям. Это в полной мере было подтверждено результатами одно- и двухфакторного дисперсионных анализов, согласно которым масштабы наследственной обусловленности межвидовых различий достигали уровня $89,46 \pm 0,36$ %.

Статистические оценки содержания и соотношения количества запасных веществ в тканях побегов позволили выявить, что среди интродуцентов наибольшим сходством по данным показателям с аборигенным видом (береза повислая) обладает береза карельская, что определяет ее селекционный потенциал для внедрения в лесные насаждения Нижегородской области как наиболее высокий.

ригенным видом (береза повислая) обладает береза карельская, что определяет ее селекционный потенциал для внедрения в лесные насаждения Нижегородской области как наиболее высокий.

Список литературы

1. Бабаев Р. Н. Содержание крахмала в тканях побегов разных видов березы в условиях интродукции // Рост и воспроизводство научных кадров в АПК: Сборник трудов по итогам Российской национальной научно-практической интернет-конференции для обучающихся и молодых ученых, Нижний Новгород, 19–20 декабря 2019 года / Под общей редакцией Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2020. — С. 74–78.
2. 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. — № 235. — С. 40–56. — DOI 10.21266/2079-4304.2021.235.40-56.
3. Бабаев Р. Н. Содержание жиров в тканях побегов разных видов и форм березы в условиях интродукции // Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2021. — № 60. — С. 100–104.
4. 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.
5. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 2 (326). — С. 58–64.
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2 (332). — С. 45–52.
7. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Яханова Е. А., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Развитие ксилемы и лигнификация её клеток у семян сосны с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2014, Т. 4. — С. 25–35.
8. 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 (361). — С. 9–17. — DOI 10.17238/issn0536-1036.2018.1.9.
9. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Корреляция параметров листового аппарата тополей в условиях городских посадок // Вестник Казанского государственного аграрного университета. — 2018. — № 1 (48). — С. 5–10. DOI: 10.12737/article_5afafe02978e82.68901305
10. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Состояние и перспективы использования представителей рода тополь (*Populus* L.) в городских посадках в России, Беларуси и Казахстане // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. междунар. научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / Под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 93–100.
11. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 13–23.
12. Бессчетнова Н. Н. Скорость сезонного роста ксилемы в годичных побегах клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. (Вестник Московского государственного университета леса). — 2008. — № 2. — С. 4–9.
13. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала в побегах // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2010. — № 2. — С. 49–56.
14. Бессчетнова Н. Н. Содержание водорастворимых сахаров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса. — 2011. — № 28. — С. 15–19.
15. Бессчетнова Н. Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 4 (328). — С. 48–55.
16. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. — 2012. — № 7. — С. 9–14.
17. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Черных В. Л. Генотипическое несходство плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по физиологическому состоянию побегов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2015. № 4 (28). — С. 35–49.
18. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — 464 с.
19. 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 (358). — С. 57–68. — DOI 10.17238/issn0536-1036.2017.4.57.
20. Бессчетнова Н. Н., Кулькова А. В. Содержание запасных питательных веществ в клетках тканей годичных побегов представителей рода ель (*Picea* L.) в условиях Нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2019. — № 6 (372). — С. 52–61. — DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.6.52.

21. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — № 232. — С. 92–104. — DOI 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104.
22. Болондинский В. К., Холопцева Е. С. Исследования фотосинтеза и транспирации у карельской березы и березы повислой // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. — 2013. — № 3. — С. 173–178.
23. Ветчинникова Л. В., Титов А. Ф. Влияние ионов кадмия на прорастание семян карельской березы и березы // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. — 2020. — № 3. — С. 130–137. — DOI 10.17076/eb1195.
24. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н. Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix Mill*) при интродукции // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК. Матер. Всерос. конф. молодых ученых, посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА: г. Нижний Новгород, 15 декабря 2015 года. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — С. 14–18.
25. Захаров А. Б., Бессчетнов В. П. Аномалии ветвления березы (*Betula*) в защитных лесных полосах автомагистралей // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2019. — № 5 (371). — С. 95–104. — DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.5.95.
26. Коновалов В. Ф. Береза повислая на Южном Урале (Структура популяций, селекция и воспроизводство): специальность 06.03.01 «Лесные культуры, селекция, семеноводство»: дис. ... д-ра с.-х. наук / Коновалов Владимир Федорович. — Йошкар-Ола, 2003. — 503 с.
27. Крамер П. Д., Козловский Т. Т. Физиология древесных растений: Пер. с англ. — М.: Лесная промышленность, 1983. — 464 с.
28. Либберт Э. Физиология растений: Перевод с нем. — М. Мир, 1976. — 582 с.
29. Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г.-И. Физиология древесных растений: Пер. с нем. — М.: Лесная промышленность, 1974. — 424 с.
30. Плохинский Н. А. Биометрия. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1961. — 364 с.
31. Плохинский Н. А. Наследуемость. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1964. — 195 с.
32. Плохинский Н. А. Алгоритмы биометрии. — М.: Изд-во Московского университета, 1967. — 82 с.
33. Снедекор Дж. У. Статистические методы в применении исследованиям в сельском хозяйстве и биологии: Перевод с англ. — М.: Изд-во с.-х. лит., журн. и плакатов, 1961. — 503 с.
34. Kramer P. J. The role of physiology in forestry // The Forestry Chronicle. — 1956. — Vol. 32. — N 3. — pp. 297–308. — DOI: 10.5558/tfc32297-3.
35. Cherbuy B., Joffre R., Gillon D., Rambal S. Internal remobilization of carbohydrates, lipids, nitrogen and phosphorus in the Mediterranean evergreen oak *Quercus ilex* // Tree Physiology. — 2001. — Vol. 21. — N 1. — pp. 9–17. DOI: 10.1093/treephys/21.1.9.
36. Matyssek R., Gunthardt-Goerg M.S., Maurer S., Chris R. Tissue structure and respiration of stems of *Betula pendula* under contrasting ozone exposure and nutrition // Trees. — 2002. — Vol. 16. — Pp. 375–385.
37. Wittmann C., Pfantz H. Temperature dependency of bark photosynthesis in beech (*Fagus sylvatica* L.) and birch (*Betula pendula* Roth.) trees // Journal of Experimental Botany. — 2007. — Vol. 58. — N 15/16. — pp. 4293–4306. DOI: 10.1093/jxb/erm313.
38. Xi-Yang Zhao, Xiu-Yan Bian, Zhi-Xin Li, Xie-Wei Wang, Chehg-Jun Yang, Gui-Feng Liu, Jing Jiang, Y. Kentbayev, B. Kentbayeva, Chuan-Ping Yang. Genetic stability analysis of introduced *Betula pendula*, *B. kirghisorum* and *B. pubescens* families in saline-alkali soil of northeastern China // Scandinavian Journal of Forest Research. Taylor & Francis. — 2014. — N 4. — 26 p.

Информация об авторах

БАБАЕВ Рамис Натигович, Союз лесовладельцев Нижегородской области, старший преподаватель кафедры лесной таксации и лесоустройства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, просп. Гагарина, д. 97, г. Нижний Новгород, Россия, 603107. Область научных интересов — селекция и интродукция представителей рода Береза, биология и физиология древесных видов, автор 22 научных трудов, ResearcherID: ABE-8753-2020, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1604-5505>. E-mail: lp-ram17@yandex.ru

БЕССЧЕТНОВА Наталья Николаевна — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — искусственное лесовосстановление, лесная селекция, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 167 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7140-8797>. E-mail: besschetnova1966@mail.ru.

БЕССЧЕТНОВ Владимир Петрович — доктор биологических наук, профессор заведующий кафедрой лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — лесная селекция, искусственное лесовосстановление, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 183 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5024-7464>. E-mail: lesfak@bk.ru

THE CONTENT AND BALANCE OF SPARE SUBSTANCES OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS BETULA L.

R. N. Babaev¹, N. N. Besschetnova², V. P. Besschetnov²

¹Union of Forest Owners of the Nizhny Novgorod region, Nizhny Novgorod, Russia;

²Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Annotation. The content and ratio of starch and fats in annual shoots of 10 representatives of the genus Birch (*Betula* L.), including 1 native to the Nizhny Novgorod region (hanging birch) and 9 introduced species, were studied. The objects of research are concentrated in the Botanical Garden of the National Research Nizhny Novgorod State University named after N. I. Lobachevsky. The work was carried out in July 2020. From three accounting plants of each representative of the genus Birch, 9 shoots were cut — from the periphery of the middle tier of a well-lit section of the crown of trees. Cross sections were prepared from the central part of the shoots for further microscopic studies. When determining the content of spare substances, standard laboratory methods of histochemical analysis were used, which is used to study the biological characteristics of tree and shrub species, including birch. Genotypic differences between the studied samples in terms of the content and balance of spare substances were revealed. The obtained results indicate a noticeable genotypic conditionality of the differences between the studied species and forms of birch and correspond to the idea of the alignment of the growing conditions of species on the territory of the botanical garden and minimizing, in accordance with this, the influence of external factors on the differentiation of the analyzed plants according to the indicators taken into account. Among the introducers, the Karelian birch has the greatest similarity with the hanging birch, which determines its breeding potential for introduction into the forest plantations of the Nizhny Novgorod region as the highest.

Keywords: birch, introduction, spare substances, starch, fats, histochemical analysis.

УДК 630*2: 68.47.15

РОСТ И РАЗВИТИЕ ШИПОВНИКА В ПЛАНТАЦИОННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. Ж. Кентбаев¹, Б. А. Кентбаева¹, Р. С. Ташметова¹,

Н. Н. Бессчетнова², В. П. Бессчетнов²

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан

²Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия

Аннотация. В конце 80-х и начале 90-х годов прошлого столетия в горных условиях Алматинской области на абсолютной высоте 1450 метров над уровнем моря были созданы опытные плантационные культуры шиповника. Плантации создавались из ряда сортов и форм шиповника различного географического происхождения. Климат района исследований резкоконтинентальный. Как показали результаты исследований, 35-ти летние растения шиповника обладают динамичным характером роста и развития. Выявленные таксационные параметры растений указывают на их удовлетворительное состояние. Сорта и формы шиповника отличаются по всем исследуемым показателям: параметры растений и плодов, что обусловлено сорто-формовой принадлежностью. Приведенные в статье материалы по столь возрастным плантационным культурам шиповника являются новыми и оригинальными. Результаты исследований указывают на практическую возможность плантационного культивирования интродуцированных и местных сортов и форм шиповника в горных условиях Казахстана. Полученные результаты обрабатывались общепринятыми методами математической статистики.

Ключевые слова: шиповник, плантация, рост, диаметр, крона, плоды.

Введение. Шиповник является ценным сырьем для производства высокоэффективных натуральных поливитаминных препаратов, обладающих высокой биологической активностью. Его плоды издавна известны, благодаря высокому содержанию аскорбиновой кислоты, масла и других активных веществ и их эффективному воздействию на организм человека широко используются в качестве перспективных источников биологически активных соединений и в качестве традицион-

ного лекарственного средства, обладающего антиоксидантной и антимикробной активностью. Цветки некоторых сортов, таких как *Rosa gallica* и *Rosa damascena*, долгое время использовались для производства розового масла и розовой воды в Анатолии. Плоды некоторых других видов шиповника имеют экономическую ценность и также используются в лечебных целях [5]. Исследованиями выявлено большое содержание витаминов и микроэлементов в различных органах шипов-

ника: листья, плодах, стеблях, корнях, цветках [7,8,9,10,11,13]. В Казахстане естественные заросли не удовлетворяют потребность народного хозяйства в плодах из-за низкой их продуктивности, поэтому решение проблем, связанных со сбором и использованием плодов шиповника, должно идти путем создания специальных промышленных плантационных насаждений. Шиповник обладает широкими адаптационными возможностями, хорошей приспособленностью, нетребовательностью к почве, поэтому промышленные плантации можно создавать практически в любой природно-климатической зоне Казахстана, исключая пустыни и места выше 2500 метров. Большое разнообразие форм и сортов позволяет выбрать для выращивания наиболее ценные в хозяйственном отношении виды и формы [6]. В конце 80-х годов прошлого столетия усилиями коллектива агрофирмы «Клон» в горных условиях юго-востока Казахстана в урочище «Солдатское» Талгарского филиала Иле-Алатауского государственного национального природного парка на абсолютной высоте 1450 метров были созданы опытные плантации шиповника с широким ассортиментом сортов и форм, как местной репродукции, так и интродуцированных, общей площадью 2 га. Почва обрабатывалась по системе зяби: осенью была проведена вспашка на глубину 27–30 см. На следующий год весной — дискование в 2 следа. Перед посадкой поверхностный слой почвы разрыхлялся культиваций на 12–15 см с одновременным боронованием. Посадка проводилась в мае. Размещение посадочных мест 4,5×1,2 метра; количество саженцев на 1 га — 1850 штук. Посадка проведена в ямки, под лопату, размер ямок 30×30×30 см. Посадочный материал — стандартные черенковые однолетние саженцы, выращенные из зеленых черенков, укорененных в полиэтиленовых теплицах, с автоматизированным орошением. Перед посадкой корни саженцев обмакивались в почвенную болтушку. На плантациях через каждые 2–3 ряда, для лучшего опыления и повышения плодоношения, ряды чередуются разными сортами и формами. В рядах 4 раза за лето проводилась прополка сорняков и рыхление почвы. На 4 год междурядья культивировались 4 раза культиватором КРН — 2,8. Принято считать, что ягодные плантационные культуры эксплуатируются в течение 15–20 лет, своими исследованиями, мы демонстрируем, что изучаемые 35-ти летние плантации шиповника характеризуются нормальным ростом и развитием.

Цель исследований — обобщение опыта культивирования шиповника в горных условиях и сравнительная оценка роста и развития сортов и форм шиповника, размещенных на одном выравненном агрофоне.

Объекты, условия и методы. Объектом исследований являлись 6 сортов и форм шиповника: «Юбилейный», «Витаминный ВНИВИ», «1–6–3», «Ф-3», «Российский», «Яблочная», произрастающих в плантационных культурах в урочище «Солдатское» Талгарского филиала Иле-Алатауского государственного национального природного парка. На плантации шиповника исследовались по 10 растений каждого сорта и формы, что обеспечило 5 % точность опыта. Это находится в соответствии с указаниями Э. Ромедера и Г. Шенбаха [4], согласно которым в опытах с древесными и кустарниковыми видами для получения точной средней величины достаточно 10–30 индивидов. По мнению Б. А. Доспехова [2], в опыте можно отдельное дерево приравнять к опытной делянке, что было принято нами при изучении шиповника. Высоту растений определяли с помощью мерной рейки с точностью до 5 см. Диаметр кроны определяли в двух направлениях вдоль и поперек ряда с точностью до 5 см. Длину побегов измеряли рулеткой с точностью до 1 см, диаметр побегов измеряли у основания штангенциркулем с точностью до 1 мм. Отбор учетных деревьев производили по методу рендомизации. С каждого из них собирали листья в количестве 30 штук, рекогносцировочные измерения показали достаточность этого объема выборки, так как при этом точность исследований не превышала допустимый 5 % уровень. Длину и ширину листовых пластинок измеряли линейкой с точностью до 1 мм. Для обеспечения достоверности полученных экспериментальных данных аналитические определения проводились с последующей обработкой результатов с применением современных методов анализа, статистической, математической и графической обработкой данных результатов эксперимента с использованием пакета компьютерных программ приложения Excel MS Office и Statistica 6.0 [1,3,12,14].

Результаты и обсуждение. С 2016 по 2021 годы на плантациях проводились различные биометрические замеры линейных параметров сортов и форм шиповника. В таблице 1 приведены усредненные по годам результаты измерений параметров кустов. Из таблицы видно, что сорт «Российский» и форма «1–6–3» имеют среднюю высоту 294.5 см и 248.4 см соответственно. Разность по высоте меж-

Биометрические показатели сортов и форм шиповника

№	Сорта и формы	Показатели, см	Средние значения, $M \pm m$	Коэффициент вариации C_v , %	Точность опыта P , %
1	«Юбилейный»	высота	256.80 ± 7.23	9.6	2.8
		диаметр кроны	270.40 ± 5.22	6.3	1.9
		длина побега	30.40 ± 1.01	10.1	3.2
		диаметр побега	2.24 ± 0.12	9.7	2.9
2	«Витаминный ВНИВИ»	высота	251.90 ± 6.07	7.4	2.1
		диаметр кроны	250.20 ± 6.08	8.3	2.4
		длина побега	26.90 ± 1.01	12.2	3.7
		диаметр побега	2.88 ± 0.06	7.8	2.2
3	«1-6-3»	высота	248.40 ± 7.016	9.0	2.8
		диаметр кроны	230.70 ± 7.09	10.9	3.1
		длина побега	27.30 ± 0.89	10.4	3.3
		диаметр побега	3.41 ± 0.13	12.7	3.8
4	«Форма-3»	высота	281.10 ± 5.47	6.0	1.9
		диаметр кроны	252.50 ± 6.76	8.3	2.7
		длина побега	29.30 ± 0.82	9.7	2.8
		диаметр побега	2.80 ± 0.06	7.6	2.3
5	«Российский»	высота	294.50 ± 9.41	10.9	3.1
		диаметр кроны	263.90 ± 7.91	9.4	3.0
		длина побега	27.7 ± 1.01	12.2	3.9
		диаметр побега	2.98 ± 0.13	11.8	3.4
6	«Яблочная»	высота	272.20 ± 12.05	14.7	4.4
		диаметр кроны	243.90 ± 5.41	7.6	2.2
		длина побега	28.40 ± 0.65	7.5	2.3
		диаметр побега	2.99 ± 0.10	11.1	3.4

ду этими двумя образцами оценивается как существенная ($t > 3$). Коэффициенты вариации указывают на низкую изменчивость изучаемого признака, что обусловлено возрастом растений, т.к. старовозрастные особи характеризуются слабым приростом по высоте, и к определенному возрасту их высота имеет относительную выровненность.

Что касается параметров кроны, то относительно раскидистой кроной характеризуется сорт «Юбилейный» средний диаметр из двух измерений составил 270.4 см. Более компактную крону образует форма «1-6-3», где анализируемый признак в среднем составляет 230.7 см. Изменчивость диаметров кроны оценивается на низком уровне и колеблется в пределах 6–10 %. Выраженность годовичных побегов довольно значимая, так за один вегетационный период шиповник образует побеги длиной от 126.9 см (сорт «Витаминный ВНИВИ») и до 130.4 см (сорт «Юбилейный»). Диаметры побегов у основания варьируют в пределах от 1.80 см (форма «3») до 2.99 см (сорт «Яблочная»). К середине августа вызревание побегов заканчивается с формированием генеративных и вегетативных почек. В таблице 2 приведены размеры плодов ши-

повника, собранных на разных участках опытно-промышленной плантации.

С возрастом прирост кроны по диаметру немного увеличивается, однако незначительно. На плантациях 1992 года посадки у сорта «Витаминный ВНИВИ» прирост увеличился с 24 до 30 см в год, у формы «1-6-3» с 22.5 до 24.5 см в год. Следовательно, при размещении саженцев в рядах через 1.2 м смыкания кроны в плантации можно ожидать через 4–5 лет. Учитывая это, можно рекомендовать несколько уплотнить размещение кустов в рядах, чтобы увеличить общее число их на 1 га. Дело в том, что обычно на плантациях в горах рекомендуется на 1 га высаживать 2220 саженцев шиповника при размещении 3×1.5 м. Однако, чтобы использовать машины для сбора плодов, междурядья приходится увеличить до 4.5 м, но тогда резко сократится общее число кустов до 1500 на 1 га. Мы предлагаем уплотнить посадку в рядах до 1 м между кустами. Смыкание в рядах в этом случае начнется на 4-й год и достигнет плотного смыкания на 6-й год, после чего кроны начнут разрастаться поперек рядов. Таким образом, образуются сплошные ряды кустов, хорошо освещенные с двух сторон и удобные для сбора урожая. Число

Размер плодов собранных с плантации¹

Сорта и формы	Параметры	М	m	δ	Cv	P
«Форма-3»	длина	25.6	0.37	2.3	9.1	1.4
	диаметр	15.9	0.29	1.9	11.7	1.8
«Российский»	длина	17.4	0.33	2.1	12.1	1.9
	диаметр	9.2	0.27	1.7	18.5	2.9
«1-6-3»	длина	18.7	0.50	3.2	17.0	2.7
	диаметр	11.2	0.27	1.7	15.1	2.4
«Витаминный ВНИВИ»	длина	23.4	0.49	3.1	13.9	2.2
	диаметр	22.3	0.48	3.1	13.7	2.2
«Юбилейный»	длина	22.7	0.58	3.7	16.3	2.6
	диаметр	22.6	0.49	3.1	13.6	2.2
«Яблочный»	длина	26.0	0.38	2.4	9.2	1.5
	диаметр	16.3	0.24	1.5	9.2	1.5

¹Статистические показатели: М — среднеарифметическое значение, мм; m — ошибка среднеарифметического значения, мм; δ — среднеквадратическое отклонение, мм; Cv — коэффициент вариации, %; P — точность опыта, %.

же посадочных мест на 1 га составит при этом рекомендуемые 2222 саженцев. Эти данные указывают на то, что в пределах одного участка количественные показатели плодов одного и того же сорта практически одинаковые, а выявленные различия находятся в пределах ошибок средней арифметической величины. Наиболее крупные по длине плоды образует сорт «Яблочный» — 26 мм, а сорт «Российский» формирует «короткие» плоды — 17.4 мм. Сорт «Юбилейный» имеет наиболее крупные по диаметру плоды — 22.6 мм, самые «узкие» по диаметру плоды отмечены у сорта «Российский» — 9.2 мм.

Заключение. Таким образом, приведенные результаты исследований наглядно показывают, что сорта и формы шиповника в составе 35-ти летних плантационных насаждений продолжают нормально расти

и развиваться, на что указывают таксационные показатели растений. Сорта и формы шиповника ежегодно приносят хорошие урожаи, а плоды характеризуются стабильными параметрами. Горные условия Заилийского Алатау вполне пригодны для плантационного разведения шиповника, о чем свидетельствует 35 летние культуры, произрастающие на абсолютной высоте 1450 метров. Осуществление интродукции сортов и форм шиповника в горных условиях юго-востока Казахстана и введение их в сообитание на одном выровненном агрофоне позволило выполнить сравнительное изучение их свойств и дать оценку по основным параметрам. Выявленные значительные величины модификационных изменений анализируемых признаков объясняется, прежде всего, сорто-формовой принадлежностью самих растений.

Список литературы

1. Додж, М. Эффективная работа: Excel 2002 / М. Додж, К. Стинсон. Перевод с английского по лицензии Microsoft Press. — СПб.: Питер, 2003. — 377 с.
2. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта [с основами статистической обработки результатов исследований] / Б. А. Доспехов. — М.: Книга по Требованию, 2012. — 352 с.
3. Халафян, А. А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных / А. А. Халафян. 3-е издание. — М.: ООО «Бином Пресс», 2007. — 512 с.
4. Ромедер, Э., Шенбах, Г. Генетика в селекции лесных пород. — М.: Сельхозгиз, 1962. — 268 с.
5. Никитина Г. П. Шиповник // Шиповник, облепиха, черноплодная рябина. — Алма-Ата: Кайнар, 1989. — С. 135–180.
6. Besschetnov V. P., Kentbaev E. Zh. Propagation of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) by Herbaceous Cuttings in a Climate of South-East Kazakhstan. *Lesnoy zhurnal* [Russian Forestry journal]. 2018. No. 4. Pp. 56–62. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.56
7. Fattahi A., Niyazi F., Shahbazi B., Farzaei M. H., Bahrami G. Antidiabetic Mechanisms of *Rosa canina* Fruits: An In Vitro Evaluation — J. Evid. Based Complementary Altern. Med. 2017, Jan., 22(1), 127–133. DOI: 10.1177 / 2156587216655263 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27352916/>
8. Jemaa H. B., Jemia A. B., Khlifi S., Ahmed H. B., Slama F. B., Benzarti A., Elati J., Aouidet A. Antioxidant activity and α-amylase inhibitory potential of *Rosa Canina* L. — Afr. J. Tradit. Complement. Altern. Med. 2017, Jan 13, 14(2), 1–8. DOI: 10.21010/ajtcam.v14i2.1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28573216/>
9. Jimenez S., Gascon S., Luquin A., Laguna M., Ancin-Azpilicueta C., Rodriguez-Yoldi M. J. *Rosa canina* Extracts Have Antiproliferative and Antioxidant Effects on Caco-2 Human Colon Cancer — PLoS One. 2016, Jul 28, 11(7), e0159136. DOI: 10.1371/journal.pone.0159136 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27467555/>

10. Kevin Sanderson. Sherry A. E. Fillmore. Field Strategies for Rose Hip Production in Prince Edward Island. International Journal of Fruit Science 14 (1) January 2014. DOI: 10.1080/15538362.2013.801664. <https://doi.org/10.1080/15538362.2013.801664>
11. Kikuchi H., Kogure S., Arai R., Saino K., Ohkubo A., Tsuda T., Sunaga K. Rosehip inhibits xanthine oxidase activity and reduces serum urate levels in a mouse model of hyperuricemia — Bio-med. Rep. 2017, May, 6(5), 539–544. DOI: 10.3892/br.2017.888 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28529735/>
12. 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.
13. Ognyanov M., Remoroza C., Schols H. A., Georgiev Y., Kratchanova M., Kratchanov C. Isolation and structure elucidation of pectic polysaccharide from rose hip fruits (*Rosa canina* L.) — Carbo-hydr. Polym. 2016, Oct 20, 151, 803–811. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.06.031. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27474627/>
14. Srinagesh K. The Principles of Experimental Research. Waltham, Massachusetts (United States): Butterworth-Heinemann, 2005. — 432 p.

Информация об авторах

КЕНТБАЕВА Ботагоз Айдарбековна — доктор биологических наук, профессор кафедры Лесные ресурсы и охотоведение, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан. Область научных интересов — лесосеменное дело, плантационное лесоразведение, лесные культуры, интродукция, автор 200 научных работ. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0969-9754>. E-mail: kentbayeva@mail.ru.

КЕНТБАЕВ Ержан Жунусович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры Лесные ресурсы и охотоведение, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан. Область научных интересов лесосеменное дело, плантационные лесоразведение, лесные культуры, интродукция, автор 190 научных работ. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3308-1287>. E-mail: kentbayev@mail.ru.

ТАШМЕТОВА Римма Серикбаевна — докторант кафедры лесных ресурсов и охотоведения, Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Республика Казахстан. Область научных интересов плантационное лесоразведение, лесные культуры, интродукция, автор 6 научных работ. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9314-6547>. E-mail: ms.rimma.79@mail.ru

БЕССЧЕТНОВА Наталья Николаевна — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — искусственное лесовосстановление, лесная селекция, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 167 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7140-8797>. E-mail: besschetnova1966@mail.ru.

БЕССЧЕТНОВ Владимир Петрович — доктор биологических наук, профессор заведующий кафедрой лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов — лесная селекция, искусственное лесовосстановление, интродукция древесных и кустарниковых пород. Автор 183 научных публикаций. ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5024-7464>. E-mail: lesfak@bk.ru

GROWTH AND DEVELOPMENT OF ROSE IN PLANTATIONS OF ALMATY REGION

*E. Zh. Kentbayev¹, B. A. Kentbayeva¹, R. S. Tashmetova¹,
N. N. Beschetnova², V. P. Besschetnov²*

¹Kazakh National Agrarian Research university, Almaty, Republic of Kazakhstan

²Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

Annotation. In the late 80s and early 90s of the last century, in the mountainous conditions of the Almaty region at an absolute altitude of 1450 meters above sea level, experimental plantation crops of rosehip were created. Plantations were created from a number of varieties and forms of rosehip of different geographical origins. The climate of the research area is sharp contiguous. Studies have shown that 35-year-old rose hip plants have a dynamic growth and development pattern. The taxonomic parameters of the plants indicate their satisfactory condition. Varieties and shapes of rosehip differ in all the researched indicators: parameters of plants and fruits, which is due to the variety-mold belonging. The materials given in the article on this age of planting rose hip crops are new and original. The results of research indicate the practical possibility of plantation cultivation of introduced and local varieties and forms of rosehip in mountainous conditions of Kazakhstan. The obtained results were processed by generally accepted methods of mathematical statistics.

Key words: rosehip, plantation, growth, diameter, crown, fruits.

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «САЛКЫН-ТОР» НАРЫНСКОЙ ОБЛАСТИ КЫРГЫЗСТАНА

А. С. Кулиев, Б. Т. Акматакунова, Н. К. Уметалиева, С. К. Асанов

Научно-производственный центр исследование лесов им. П. А. Гана Института биологии НАН КР, Бишкек.

Р. А. Токталиев, Н. А. Курманкожоев, У. Н. Исмаилов

Государственный природный парк «Салкын-Тор» Нарынской области, Кыргызстан.

Аннотация. В статье рассматриваются биологические аспекты районирования и результаты выращивания сеянцев разных видов лесных пород в высокогорных природно-климатических условиях Нарынской области, отмечается таксономическое богатство — свыше 4000 видов высших растений и высокая степень эндемиков. Цель данной работы — оказать методическую помощь в этой области. Наравне с этим представляется важным, чтобы результаты исследований, опыт, практические наработки и «ноу-хау» в области восстановления природной флоры и растительности стали доступны как можно более широкому кругу специалистов. Объекты исследований — государственные природные парки, созданные для сохранения природных комплексов, имеющих особую экологическую, историко-культурную и эстетическую ценность, предназначены для использования природоохранных, рекреационных, просветительных работ в научных целях. Государственный природный парк «Салкын-Тор» расположен в центральной части Среднеларынской долины на территории Нарынского района. Протяженность территории, с севера на юг около 15 км, с востока на запад 30 км. Общая территория ГПП составляет 10,4 тыс. га, в том числе покрытая лесом площадь — 2,1 тыс. га, лесные культуры 104,9 га. Всего лесных земель 3283,7 га, не лесных земель 7135,3 га.

Ключевые слова: популяция, виды лесных пород, сохранение, посадка, посев.

Введение. Кыргызстан является одним из замечательных центров происхождения естественных и культурных растений. Здесь отмечается таксономическое богатство — свыше 4000 видов высших растений и высокая степень эндемиков. Адаптация растительных ресурсов республики, а особенно дикорастущих видов, которые используется населением имеет большой экономический потенциал. Это, прежде всего эндемики, редкие и исчезающие виды растений, а также наиболее ценные лекарственные и декоративные растения, которые являются первостепенной задачей нашего Научно-производственного центра исследования лесов ИБ НАН КР. Угроза исчезновения растений дикой флоры и их местообитаний стремительно возрастает по всему миру [2]. Исследование популяций редких видов должно включать следующие основные этапы: 1) предварительные исследования — сбор подробной информации; 2) проведение полевых исследований — изучение структуры и экологии сохранившихся природных популяций; 3) размножения материала в условиях культуры; 4) выбор местообитаний для искусственной популяции и мониторинг популяций. Главными требованиями на всех этапах являются строгая документация проводимых работ и обеспечения генетической репрезентативности материала. Нельзя ограничиваться посадкой материала в естественных условиях, не прослеживая

дальнейшую судьбу созданной популяции. Приоритетными объектами должны быть виды 1–2 категорий Красной книги Кыргызской Республики. Редких видов растений необходимо проводить с соблюдением правил, предусматривающих минимизацию ущерба, наносимого природным популяциям.

Цель данной работы — оказать методическую помощь в этой области. Наравне с этим представляется важным, чтобы результаты исследований, опыт, практические наработки и «ноу-хау» в области восстановления природной флоры и растительности стали доступны как можно более широкому кругу специалистов.

Объекты, условия и методы. Государственные природные парки создаются для сохранения природных комплексов, имеющих особую экологическую, историко-культурную и эстетическую ценность, предназначены для использования природоохранных, рекреационных, просветительных работ в научных целях.

На государственные природные парки возлагаются следующие основные задачи:

- сохранение эталонных и уникальных природных комплексов и объектов природы;
- сохранение культурного и природного наследия (археологических, исторических, этнографических и других объектов, а также достопримечательных ландшафтов);

Видовой состав древесно-кустарниковых растений в ГПП «Салкын-Тор»

№	Название	Примечание
1	Семейство сосновые — Pinaceae Вид: ель Тянь-шаньская — <i>Picea Shrenkiana</i> , Тянь-Шань карагайы	
2	Вид сосна обыкновенная — <i>Pinus Silvestris</i> , Кызыл карагай	Культура
3	Вид лиственница сибирская - <i>Larix sibirica</i> , Сибирь лиственницасы	Культура
4	Семейство кипарисовые — Cupressaceae Можжевельник Туркестанская — <i>Juniperus Turkestanica</i> Жапалак?р?к арча	
5	Семейство розоцветные — Rosaceae Вид рябина тянь-шаньская — <i>Sorbus Tianshanica</i> , Четин	
6	Вид шиповник Альберта — <i>Rosa alberti</i> Regel, Альберт ит муруну	
7	Кизильник черноплодный — <i>Cotoneaster melanocarpus</i> Fischex Blytt Кара м?м?л?? ыргай	
8	Семейство крыжовниковые — Grossulariaceae Вид смородина Мейера — <i>Ribes Meerii</i> , Жапайы Кызыл карагат	
9	Смородина черная — <i>Ribes nigra</i> , Жапайы кара карагат	
10	Семейство барбарисовые — Berberidaceae Барбарис разножковый — <i>Berberis sphaerocarpa</i> Т?рк?н т?пт?? б?р? карагат	
11	Семейство лоховые — Eleagnaceae Lindl Облепиха крушиновидная — <i>Hippophae rhamnoides</i> , Чычырканак	
12	Семейство жимолостные — Loniceraeae Вид жимолость Альмана — <i>L. Altmanni</i> Regel et Shmaln Альман шилбиси	
13	Жимолость мелколистная — <i>L. Micropholla</i> willt ex Schult Майда жалбырактуу шилби	
14	Жимолость узко цветная — <i>L. Stenantha</i> Pojark Ичке г?лд?? шилби	
15	Семейство ивовые — Salicaceae Ива алатавская — <i>Salix alata</i> vica, Ала-Тоо талы	
16	Род тополь — <i>Populus</i> Вид тополь лавролистный — <i>Populus laurifolia</i>	
17	Семейство бобовые — Fabaceae Вид карагана гривастая — <i>Caragana jubata</i> (Pall) poir Жалдай т?? куйрук	
18	Карагана многолистная — <i>C. pleiophylla</i> (Regel) pojark К?к жалбырактуу т?? куйрук	

— экологическое просвещение и организация отдыха населения в природных условиях.

Выделяемые для организации государственных природных парков участки земель и вод (акваторий) со всеми находящимися в их пределах природными ресурсами и объектами предоставляются указанным паркам в постоянное пользование. Государственный природный парк «Салкын-Тор» организован в соответствии с постановлением Правительства Кыргызской Республики от 25 мая 2001 года за № 249 с целью:

- сохранение в естественном состоянии типичного уникального природного комплекса внутреннего Тянь-Шаня;
- охрана всего биологического и ландшафтного разнообразия, таких как лесные высокогорные

ельники, высокогорные луга, ледники, изучение и мониторинга за ходом протекания природных процессов в естественных условиях;

- подготовка научных обоснованных рекомендаций по совершенствованию охраны и рациональному использованию природных ресурсов;
- содействие подготовки научных кадров и специалистов в области охраны окружающей среды;
- улучшение общей экологической обстановки, сохранение уникальных уголков природы;
- распространение экологических знаний и воспитания бережного обращения с природой.

ГПП «Салкын-Тор» расположен в центральной части Средненаарынской долины, на территории

Нарынского района. Протяженность территории, с севера на юг около 15 км, с востока на запад 30 км. Общая территория ГПП составляет 10,4 тыс. га, в том числе покрытая лесом площадь — 2,1 тыс. га, лесные культуры 104,9 га. Всего лесных земель 3283,7 га, не лесных земель 7135,3 га [1].

Результаты и обсуждение. Леса ГПП «Салкын-Тор» расположены неавномерно, сосредоточены в основном по отдельным урочищам, разбросаны различной величины участками по склонам ущелий, наиболее лесистыми являются северные склоны гор. Ландшафты полупустынь, характерны для подножья гор, сменяются с высотой местности: степными, луговыми, лесными комплексами, субальпийскими и альпийскими лугами.

Осенью 25 сентября 2018 года научными сотрудниками Научно-производственного центра исследования лесов института Биологии НАН КР (НПЦ ИЛ ИБ НАН КР) были заготовлены семена яблони Недзвецкого, груши Коржинского, яблони Сиверса, и другие виды растений, занесённые в Красную книгу Кыргызстана [3]. Семена заготавливались в орехоплодовых лесах Юга Кыргызстана в Кабинском лесхозе ур. Ак-Терек, Джалал-Абадской области. Весной 26–29 марта 2019 г. после месячной стратификации, семена были посеяны на 3-х участках с подготовленными почвами: на территории Дендропарка г. Бишкек — 700 шт., на Демонстрационном участке Арашан — 700 шт. и 155 штук семян посеяны в опорном пункте Сары — Булак Московского района Чуйской области. Для сравнения посеянные семена находились на разных высотах над уровнем моря. Таким образом, в г. Бишкек на территории дендропарка НПЦ ИЛ ИБ НАН КР, создавался мини-питомник редких видов растений.

Весной 2020–2022 года выращенные в мини-питомнике саженцы разных возрастов, (яблони Недзвецкого, груши Коржинского и хвойных пород — пихты Семёнова), были посажены на вновь созданном питомнике ГПП «Салкын-Тор» Нарынской области, согласно договора между ГПП «Салкын-Тор» и НПЦ ИЛ, о взаимном научном сотрудничестве в этой области. Важным вопросом при формировании реинтродуцированных популяций является минимальное число растений, необходимое для создания жизнеспособной популяции. Это до сих пор является предметом дискуссии среди биологов. Считают, что для обеспечения краткосрочного выживания популяции эффективная численность особей должна составлять не менее 50 растений. Долгосрочное же выживание



Рисунок 1 — Посадка саженцев пихты Семёнова

популяции и непрерывное развитие адаптаций, могут обеспечить около 500 особей [4].

На практике при наличии достаточных ресурсов лучше вырастить как можно больше растений. Если не удаётся получить достаточное число растений за один год размножения, следует проводить дополнительные посадки растений в течении нескольких лет. Перед посадкой растений в Нарынской области в естественные условия, нами были использованы саженцы, выращенные в контейнерах, т.к. они лучше переносятся и приживаются (рис. 1).

Перед вывозом растения были обследованы специалистом по защите растений, чтобы исключить занос вредителей и болезней на опытный участок. После посадки провели необходимые агротехнические мероприятия (полив, мульчирования, подвязка высоких растений и др.). Посаженные растения снабжены этикеткой с номером, присвоенным им на стадии размножения, для того чтобы проследить в дальнейшем за судьбой каждого из них. Лучше использовать металлические этикетки, ко-

торые привязывают к самому растению, закапывают рядом с ним или размещают на вбитом рядом колышке. Информацию о дате и месте посадки каждого растения заносится в журнал и помещается на карте-схеме участка. Фотографируются отдельные растения и участок в целом. Уход за растениями проводится регулярно в течении первого вегетационного сезона. Наблюдение за растениями

в течении вегетационного периода провели научные сотрудники и рабочие ГПП «Салкын-Тор».

Закключение. Установлено, что для обеспечения краткосрочного выживания популяции эффективная численность особей должна составлять не менее 50 растений. Долгосрочное же выживание популяции и непрерывное развитие адаптаций, могут обеспечить около 500 особей.

Список литературы

1. Атлас Киргизской Республики природные условия и ресурсы — М.: ГУКК — Т. 187.
2. Красилов В. А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. М.: Институт охраны природы и заповедного дела, 1992.
3. Красная книга киргизской ССР. Ф. Кыргызстан. 1985.
4. Природа и человек — Ф. Кыргызстан, 1982.

Информация об авторах

КУЛИЕВ Арстанбек Сайытович — кандидат сельскохозяйственных наук, Ph.D, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией лесоводства, Научно-производственный центр исследования лесов им. П. А. Гана Института биологии НАН КР, Бишкек. Область научных интересов — экологические аспекты, природные ресурсы и биология горных лесов Киргизии, лесные культуры, селекция, семеноводство, автор 59 научных работ, в том числе 2- монографий. E-mail: arstan-66@mail.ru

АКМАТАКУНОВА Бубусайра Тойчубековна — кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Научно-производственный центр исследования лесов им. П. А. Гана Института биологии НАН КР, Бишкек. Область научных интересов — экологические аспекты, природные ресурсы и биология горных лесов Киргизии, ботаника и физиология растений, автор 28 научных работ. E-mail: bubu0406@mail.ru

АСАНОВ Совет Кыясович — научный сотрудник лаборатории лесоводства, Научно-производственного центра исследования лесов им. П. А. Гана, института Биологии НАН КР, г. Бишкек. Область научных интересов — селекция, семеноводство, лесоводство, автор более 30-научных трудов, в том числе 2-рекомендации и 1-внедрение. E-mail: asanov54@mail.ru

УМЕТАЛИЕВА Нускайым Кимсанбаевна — научный сотрудник лаборатории семеноводства, лесных культур и селекции, Научно-производственного центра исследования лесов им. П. А. Гана, института Биологии НАН КР, г. Бишкек. Область научных интересов — ландшафтный дизайн, озеленение, декоративные и плодовые культуры, автор более 20 научных трудов в том числе 2-рекомендации по озеленению населенных городов, E-mail: kimsanbaeva63@mail.ru

ТОКТАЛИЕВ Рахатбек Абдыжалилович -директор государственного природного парка «Салкын-Тор». Область научно-производственных интересов-правовые аспекты особо охраняемых природных территорий, лесоводство, селекция и семеноводство. E-mail: rtoktaliev@indox.ru

КУРМАНКОЖОЕВ Нурлан Алымкадырович — заместитель директора, государственного природного парка «Салкын-Тор». Область научно-производственных интересов -лекарственные травы, ботаника, физиология растений. E-mail: nurlan 14@iist.ru

ИСМАИЛОВ Умутбек Намасович — старший научный сотрудник государственного природного парка «Салкын-Тор». Область научно-производственных интересов -влияние рекреационной деятельности ГПП «Салкын-Тор» на растительность, естественное возобновление леса. E-mail: umotis78@mail.ru

EXPERIENSE OF GROWING RARE PLANT SPECIES OF THE STATE NATURAL PARK (SNP) «SALKYN-TOR» OF NARYN REGION» KYRGYZSTAN

A. S. Kuliyeu, B. T. Akmatakunova, N. K. Umetalieva, S. K. Asanov.

Scientific and production Center for Forest Research P. A. Gan Institute of Biology NAS KR, Bishkek, Kyrgyzstan

R. A. Toktaliev, N. A. Kurmankozhoev, U. N. Ismailov

State natural park «Salkyn- Tor» of Naryn region Kyrgyzstan

Annotation. The article presents the biological features of the work of zoning and growing seedlings, seeds from different types of forest species in the high-altitude natural and climatic conditions of the Naryn region, the taxonomic richness is noted — over 4,000 species of higher plants and a high degree of endemics. The purpose of this work is

to provide methodological assistance in this area. Along with this, it seems important that the results of research, experience, practical developments and «know-how» in the field of restoration of natural flora and vegetation become available to as wide a range of specialists as possible. The objects of research are state natural parks created to preserve natural complexes of special ecological, historical, cultural and aesthetic value, intended for the use of environmental, recreational, educational works for scientific purposes. The State Natural Park «Salkyn-Tor» is located in the central part of the Srednenaryn valley on the territory of the Naryn district. The length of the territory, from north to south about 15 km, from east to west 30 km. The total territory of the GPP is 10.4 thousand hectares, including a forested area of 2.1 thousand. ha, forest crops 104.9 ha. Total forest lands 3283.7 ha, non-forest lands 7135.3 ha.

Keywords: population, types of forest species, conservation, planting, sowing.

УДК 630*182.8

ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ КЛЕНА ЯСЕНЕЛИСТНОГО (*ACER NEGUNDO* L.) В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ ГОРОДА БАЛАХНА

Т. В. Мариничева, Е. А. Мариничев, Ж. С. Костромина

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Целью исследования является привлечение внимания к проблеме распространения клена ясенелистного (*Acer negundo* L.). В работе представлен анализ влияния данного растения на естественные и искусственные фитоценозы. Рассмотрены основные методы борьбы с кленом ясенелистным с позиции их эффективности и возможности применения. Клен ясенелистный был преднамеренно интродуцирован в Россию, но в настоящее время он внедрился в аборигенный растительный покров и представляет реальную угрозу биологическому разнообразию. На сегодняшний день он один из самых опасных древесных сорняков не только в лесной зоне, но даже в парковой и городской среде.

Ключевые слова: клен ясенелистный, инвазивный вид, борьба с сорняками.

Введение. Поддержание биоразнообразия лесов — одна из важнейших задач лесного хозяйства. Видовое многообразие в фитоценозах имеет большое значение для обеспечения саморегуляции. В связи с активным применением интродукции на территории Российской Федерации в биогеоценозах появляются виды не свойственные естественным сообществам. Некоторые из них, оказавшись в благоприятных условиях, и обладая большими адаптационными свойствами, начинают активно самостоятельно осваивать территорию и вытеснять местные виды. Интродуценты стали реализовывать функцию сорняков. Особенно это заметно на территории населенных пунктов, где интродуценты активно используются в озеленении, но распространяясь семенным и вегетативным путем занимают пространства, где снижена или отсутствует работа по уходу за территориями. Постепенно эти виды начинают заполнять заброшенные земли сельскохозяйственного назначения и пока единично и небольшими группами заходят в лесные сообщества. Заполнение инвазивными видами лесных участков весьма опасно в связи с тем, что они, обладая значительной экологической гибкостью, активно конкурирует с аборигенными видами за биологические ресурсы —

воду, солнечный свет, микро и макроэлементы. Без вмешательства человека агрессивные древесно-кустарниковые сорняки могут оказать отрицательное влияние или даже полностью подавить аборигенные виды растений, что нанесет экономический вред лесному хозяйству [1,2,4]. В связи с этим, распространение интродуцентов следует оперативно взять под контроль.

Цель исследований — анализ и оценка степени распространения опасного инвазивного древесного вида *Acer negundo* L. и методов борьбы с ним. Привлечение внимания к проблеме заполнения естественных фитоценозов видом Клен ясенелистный через демонстрацию последствий неконтролируемого распространения.

Объекты и методы исследований. Одним из опасных инвазивных видов, активно распространяющихся на территории Европейской части Российской Федерации, является Клен ясенелистный. Обследованием в данной работе охвачены зеленые насаждения на территории города Балахна Нижегородской области. Проведено сопоставление собственных данных с открытыми сведениями о распространении и состоянии деревьев и насаждений клена ясенелистного на территории Нижегородской области.

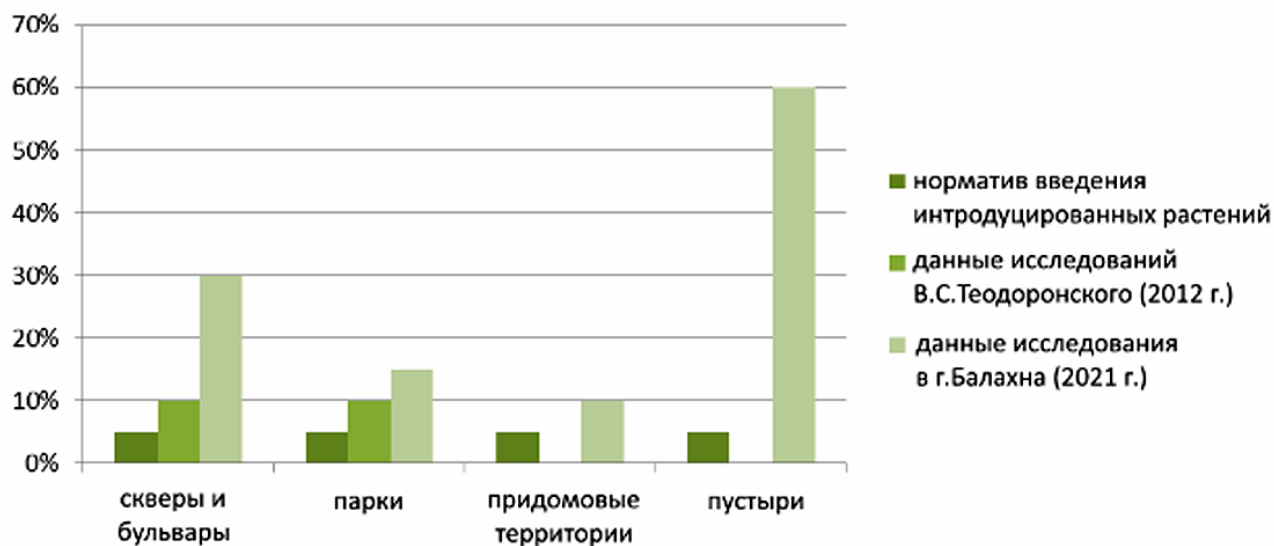


Рисунок 1 — Количественные данные по учету клена ясенелистного в зеленых насаждениях

Результаты и их обсуждение. Обследование выполнено на территории городского парка «Маленькая страна», придомовых территориях частного сектора по улицам Вольная, Крестьянская, Челюскинцев, бульвара по улице Энгельса, площади Кузмы Минина, сквера вдоль реки Волга в г. Балахна. Установлено, что клен ясенелистный в зеленых насаждениях скверов и бульваров занимает 30–35 % площади, в парковых насаждениях — 15–20 %, на придомовых территориях частного сектора — 10–15 %, на территориях пустырей — 60 %. Выявленные данные вполне сопоставимы с результатами, полученными В. С. Теодоронским, объектами исследований которого также были городские парки, скверы, бульвары и жилые застройки [7]. По итогам его исследований установлено, что в городских парках древесная форма клена ясенелистного составляет 10–15 % среди ведущих древесных культур наряду с мелколистной липой (*Tilia cordata* Mill.) (20–30 %), кленом остролистным (*Acer platanoides* L.) (до 20 %), топодем берлинским (*Populus?berolinensis* K. Koch.) и топодем бальзамическим (*Populus balsamifera* L.) (15–20 %). На территории скверов и бульваров клен ясенелистный является преобладающим видом и занимает 10–15 % площади зеленых насаждений. В. С. Теодоронским отмечено, что: распространение клена ясенелистного (злостного древесного сорняка и аллергена) и тополей берлинского и бальзамического (женские «пылящие» экземпляры) не позволяют нормально развиваться другим декоративным видам деревьев и кустарников. На территории пустырей зачастую встречаются неравномерные по составу и полноте древостои клена с участием липы, ясеня и тополя в угнетенном состоянии (рис. 1).

Нормативы количества интродуцированных растений во всех типах городских посадок составляют не более 5–7 %. Проведенные исследования показывают, что в настоящее время содержание клена ясенелистного в зеленых насаждениях городских парков, скверов и бульваров на территории города Балахна превышает норму более чем в два раза. Клен ясенелистный активно осваивает все большие территории, агрессивно внедряется в городские насаждения, вытесняя культурные декоративные древесно-кустарниковые виды, используемые в озеленении, и аборигенные виды в естественных насаждениях.

На неокультуренных площадях зеленых насаждений неконтролируемое распространение клена ясенелистного тоже имеет негативные последствия. В пойменных лесах вдоль реки Волга клен ясенелистный угнетает рост местных видов ив и тополей, резко снижая их возобновление. Из других негативных факторов следует отметить, сильную аллергенность пыльцы мужских деревьев клена ясенелистного, что, несомненно, оказывает отрицательное влияние на здоровье людей. Согласно исследованиям Т. Б. Силаевой, клен ясенелистный своими выделениями окисляет автомобильные выхлопы, что делает их более опасными [6]. Устойчивость данного вида в городских условиях также вызывает опасения. Надземные части клена ясенелистного очень ломкие. В результате периодически возникающих чрезвычайных ситуаций деревья данного вида оказываются подвержены слоому крупных скелетных ветвей.

Немалая опасность зарослей клена ясенелистного заключается также в том, что они служат источником распространения белой американ-

ской бабочки (*Hyphantria cunea* Drury), вредителя древесных растений. Американская белая бабочка является карантинным вредителем плодовых культур, и своим появлением на территории Российской Федерации она обязана клену ясенелистному. Ее колонии способны нанести колоссальный урон фитоценозам городов и лесов [8]. К повреждаемым культурам относят: шелковицу, яблоню, сливу, черешню, орех грецкий, грушу, айву, абрикос, персик, черемуху, шиповник (всего до 230 видов древесно-кустарниковых и травянистых растений). Белая американская бабочка обладает крайне высокой плодовитостью, дает несколько поколений в год. Истребить ее проще всего в первом поколении, последующие поколения наносят больший вред и гораздо больше по численности.

Установленное отрицательное значение клена ясенелистного для зеленых насаждений нашей страны позволило ученым экологами включить данный вид в число не рекомендованных к использованию в озеленении во многих регионах. Клен ясенелистный занесен в неофициальную Черную книгу Российской Федерации [2]. Кроме запрета на использование клена ясенелистного в озеленении следует предпринимать меры по борьбе с его распространением и восстановлением. На данный момент разработано несколько методов борьбы с нежелательной древесной растительностью [3,5]. Некоторые из них вполне применимы и к клену ясенелистному.

На переходном этапе в сторону полного отказа от данной древесной породы следует обеспечить плановые уходы по интенсивной обрезке крон клена ясенелистного в имеющихся посадках. Это позволит понизить семенную продуктивность и одновременно снизить негативное влияние на соседние ценные декоративные виды.

Не следует организовывать начало полной вырубki деревьев без проведения дальнейшего комплекса по исключению порослевой способности оставшихся надземных и подземных частей растений. При отсутствии комплекса мер и качественного контроля клен ясенелистный способен полностью восстановить массу надземных частей в омоложенном виде с усиленной жизнеспособностью к 20 годам.

При небольших количествах деревьев на очищаемых территориях можно применять подходы по рубке или дроблению корней. Метод заключается в частичном разделении корней и пней, максимальном удалении полученных частей вычистыванием. Оставшиеся корни деревьев присыпают

слоем грунта (не менее 10 см), обильно увлажняют и тщательно закрывают изолирующими материалами. Метод приводит к гнили и отмиранию остатков корней.

Требующим внимания и эффективным направлением следует признать направление борьбы с нежелательной растительностью с помощью химикатов. Метод предусматривает применение арборицидов. Работа должна выполняться в июле-октябре. Опрыскивание арборицидами крон деревьев и кустарников подходит для борьбы с молодыми деревьями (до метра в высоту). Деревья крупнее теряют часть листвы, но в целом переносят опрыскивание.

Свою действенность на практике показало введение арборицидов в зарубки на стволах деревьев (способ инъекции). Метод подходит для борьбы с крупными экземплярами деревьев. На пятый день после введения арборицида на дереве начинают желтеть и отмирать листья, а через 10–15 дней они полностью облетают, и начинает гнить ствол. Такой метод хорош своим избирательным действием. Химикат будет наносить вред только дереву, в которое его ввели. Для инъекции нужно сделать отверстие в стволе (например, шуруповертом), примерно до середины или чуть глубже. Рекомендуется делать отверстие под углом, чтобы предупредить вытекание арборицида. После введения химиката, отверстие заклеивают подручными средствами. Можно использовать смолу и обычный пластилин.

Нанесение арборицидов на поверхность ствола дерева (на кору) у его основания (базальная обработка) применяется исключительно для борьбы с молодой порослью. Для подавления роста поросли из спящих и придаточных почек срезанных деревьев применяется обработка пней. Необходимо тщательно и без пропусков обрабатывать каждый пенек. Плохой контроль за процессом может допустить появление на пне молодой поросли и работу по рубке и обработке придется проводить вновь.

Метод обработки арборицидами почвы в зоне распространения корней нежелательных деревьев и кустарников менее эффективен, по сравнению с рубкой или дроблением корней. Взрослые деревья клена ясенелистного могут иметь корни, глубоко уходящие в почву. В этом случае метод обработки почвы окажется бесполезным. Метод можно использовать в том случае, если рядом с кленом ясенелистным не произрастают ценные культурные растения, которые более восприимчи-

вы к арборицидам. На практике в зеленых насаждениях необходимо комбинировать применение разных методов для повышения эффективности борьбы с опасным древесным сорняком.

Выводы

1. Клен ясенелистный представляет серьезную для аборигенных видов нашей страны. С каждым годом он занимает все большие территории, вытесняя культурные растения. Универсального метода борьбы с этим сорняком не существует. Чтобы вывести клен ясенелистный нужно использовать комбинированные средства борьбы с ним, учитывать возраст деревьев и полноту их произрастания, обращать внимания на его «соседей» по фитоценозу.

2. С целью повышения эффективности борьбы с кленом ясенелистным следует увеличить внимание химическим обработкам зарослей этого вида. Необходимо тщательно подбирать арборициды для обработки, осуществлять поиск химикатов, приводящих не только к снижению жизнеспособности, но и к полной гибели всех частей растения.

3. Для борьбы с данным сорняком необходимо проработать вопрос исключения вида клен ясенелистный из перечня проектируемых для озеленения деревьев и кустарников, предложить четкую программу снижения площадей зеленых насаждений этого вида в населенных пунктах, землях сельскохозяйственного назначения, землях лесного фонда и других категорий.

Список литературы

1. Вавин В. С., Попов А. В. Приёмы борьбы с порослевым возобновлением клёна ясенелистного на опушках лесных полос // Международный научно-исследовательский журнал. — 2014. — № 7 (26), Часть 1. — С. 71–72.
2. Гниненко Ю. И. Инвазии чуждых видов в лесные сообщества. Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов // Сб. мат-лов круглого стола в рамках Всерос. конф. по эколог. безопасности России (4–5 июня 2002 г.) / Отв. ред. Ю. Ю. Дгебуадзе. — М.: МСОП, ИПЭЭ РАН, 2002. — С. 65–74.
3. Гофман В. Р., Клинг А. П. Способы борьбы с кленом ясенелистным в садах и парках в условиях Омской области // Материалы VII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». — [Электронный ресурс] URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015013730> (дата обращения: 08.04.2022).
4. Куклина А. Г., Виноградова Ю. К. Фитоинвазии: Опасность и экологические последствия // Биология в школе. — 2015. — № 10. — С. 3–6.
5. Клинг, А. П. Средства борьбы с кленом ясенелистным в садах и парках в условиях Западной Сибири / А. П. Клинг, В. Н. Кумпан, А. А. Гайвас // Плодоводство и ягодоводство России: Сборник научных трудов. — 2014. — Т. 39. — С. 105–109.
6. Силаева Т. Б. О «цветных» книгах (или «разноцветных» книгах) вообще и красной книге в частности // Российский научный мир. — 2013. — № 1. — С. 101–107.
7. Теодоронский В. С. Рекомендации по нормативной плотности и видовому составу древесных растений // Ландшафтная архитектура. Дизайн. М., 2007. — № 01 (16). — с. 48–51.
8. Чураев И. А. Американская белая бабочка. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Сельхозиздат, 1962. — 103 с.

Информация об авторах

МАРИНИЧЕВА Татьяна Владимировна — старший преподаватель кафедры лесоводство и лесозащита, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород. Область научных интересов — лесная селекция, продуктивность дикорастущих ягодников, физиология лесных растений, экология леса. Автор 16 научных публикаций. e-mail: marinicheva.t.v@yandex.ru

МАРИНИЧЕВ Евгений Александрович — кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесоводство и лесозащита, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород. Область научных интересов — рубки лесных насаждений, лесовосстановление, оценка санитарного состояния насаждений, оценка ущерба от лесонарушений. Автор 40 научных публикаций. e-mail: dobr2000@yandex.ru

КОСТРОМИНА Жанна Сергеевна — бакалавр 2 курса, факультет лесного хозяйства ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия», г. Нижний Новгород.

ASSESSMENT OF DISTRIBUTION OF MAPLE ASH-LEAVED (ACER NEGUNDO L.) IN GREEN SPACES OF BALAKHNA CITY

T. V. Marinicheva, E. A. Marinichev, J. S. Kostromina
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

Abstract. The purpose of the study is to draw attention to the problem of the spread of ash-leaved maple (*Acer negundo* L.). The paper presents an analysis of the effect of this plant on natural and artificial phytocenoses. The main

methods of control against ash-leaved maple are considered from the standpoint of their effectiveness and possibility of application. Ash-leaved maple was deliberately introduced into Russia, but it has now infiltrated the native plant cover and poses a real threat to biological diversity. To date, it is one of the most dangerous tree weeds not only in the forest area, but even in park and urban environments.

Keywords: maple ash-leaved, invasive species, weed control.

УДК 630.1*232.13

СОДЕРЖАНИЕ КРАХМАЛА В ТКАНЯХ ГОДИЧНЫХ ПОБЕГОВ ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО НА ТЕРРИТОРИИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ РЕГИОНАЛЬНОГО (ОБЛАСТНОГО) ЗНАЧЕНИЯ МАЛИНОВАЯ ГРЯДА

Н. В. Мартынова, Р. В. Мартынов

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Актуальность исследований содержания запасных питательных веществ ясеня обыкновенного определяется его большим хозяйственным значением и интенсивным использованием в зеленых насаждениях различного целевого назначения и конструкций. Объектами исследования выступали рядовые посадки, размещенные на территории памятника природы регионального (областного) значения Малиновая Гряда. Для гистохимических исследований в периферии хорошо освещенного участка среднего пояса кроны отбирали нормально развитые однолетние побеги без внешних признаков повреждения. Содержание крахмала во всех учетных зонах при его одновременном учете неодинаково, а также имеет значительный разброс баллов между объектами учета. Наибольшее суммарное содержание крахмала было у дерева № 8 и ($19,57 \pm 0,59$ балла), а наименьшее — у дерева № 6 ($9,88 \pm 0,41$ балла).

Ключевые слова: ясень обыкновенный, годовичные побеги, крахмал, гистохимия.

Введение. В настоящее время для озеленения городских территорий все чаще применяются древесные растения с высокими акклиматизационными показателями. С такими свойствами в полной мере справляется ясень обыкновенный. Характер применения декоративных видов показывает масштабность необходимости проявления ассимиляционных показателей на урбанизированной территории. Немаловажным условием наиболее полной реализации древесными растениями своих декоративно-эстетических, санитарно-гигиенических и рекреационно-бальнеологических функций [13,40]. выступает соответствие их биологии сложившимся в местах их произрастания экологическим параметрам. Крахмал — главный запасной продукт древесных растений. В частности, наличие крахмала в тканях побегов связано с устойчивостью растения к условиям окружающей среды [17,29,53,54]. В этой связи кафедрой лесных культур Нижегородской ГСХА планомерно и последовательно ведется изучение физиологических особенностей широкого перечня видов деревьев и кустарников [5,8,27,29,32,38,43,48]. Предметом исследований выступают водный режим [3,14,19,20,31,55], баланс сухого вещества [22,23] и пигментный состав

фотосинтезирующего аппарата [4,9,16,21,26,30,34–37,39,41,42,45,46,50,51,56], содержание и соотношение запасных веществ, [2,29,33], включая крахмал [7,12,17,28,29,53,54], жиры [11,24,44], сахара [18], развитие и лигнификация ксилемы [1,6,10,15,25,47].

Цель исследования — определить наличие и оценить содержания крахмала в тканях годовичных побегов ясеня обыкновенного, в условиях г. Нижнего Новгорода, как показателя физиологического состояния.

Объекты, условия и методы. Объектом исследования послужили рядовые посадки ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) на территории памятника природы регионального (областного) значения Малиновая Гряда, имеющего географические координаты $56^{\circ}24'07''$ с.ш. $43^{\circ}95'44''$ в.д. Для проведения опыта мы заготавливали годовичные побеги с центральной части кроны, на хорошо освещенной стороне. В исследование применены полевой стационарный и лабораторные методы, реализованные с учетом принципа единственного логического различия, типичности, пригодности, целесообразности и надежности опыта. Наличие крахмала выявляли цветной реакцией на раствор Люголя в общепринятом порядке [29,35,37]. Сре-

зы после окрашивания соответствующими реактивами и фиксации анализировали с помощью микроскопа «Микмед-2» Оценка накопленного количества крахмала давалась в условных баллах по шкале Н. Н. Бессчетновой [17,28,29,35,37]. Наличие в клетках содержания запасного вещества определялось по основным зонам поперечного разреза побега, вовлеченных для оценки: сердцевина, перимедулярная зона ксилемы, сердцевинные лучи ксилемы, ксилема, заболонь, камбий, луб, кора [53,54]. Крахмал в клетках определяли в сумме баллов по всем учетным тканям.

0 — крахмал отсутствует полностью, т.е. не удается обнаружить ни одного крахмального зерна ни в одной клетке учетной зоны ткани;

1 — крахмал в ограниченном количестве присутствует в единичных (до 10 %) клетках учитываемой ткани;

2 — крахмал присутствует в меньшем, чем половина, числе клеток, окрашенные крахмальные зерна удается зафиксировать примерно у 20...30 % клеток;

3 — крахмал фиксируется примерно в половине (40...60 %) всех учитываемых клеток ткани;

4 — крахмал отмечается в большей части (70...90 %) клеток;

5 — крахмал в большом количестве присутствует во всех клетках (100 %) учитываемой ткани.

Контролем выступали неокрашенные срезы (без воздействия тестирующих реагентов). Для оценки уровней изменчивости анализируемых показателей использовали шкалу С. А. Мамаева [52].

Результаты и обсуждение. Анализ текущего суммарного содержания крахмала в тканях годовичного побега ясеня обыкновенного, представленных рядовой посадкой, вскрыл заметные различия между учетными деревьями по анализируемым тканям. Интегральным показателем запасных питательных веществ по содержанию крахмала выступает его суммарное количество во всех учетных зонах и тканях (табл. 1).

На момент наблюдений наибольшее суммарное количество этого полисахарида аккумулировано в тканях годовичных побегов дерева-8 и дерево-1 ($19,57 \pm 0,59$ балла и $18,73 \pm 0,83$ балла соответственно). Превышение над обобщенным средним составило на 4,57 балла или в 1,3 раза и 3,72 балла и 1,25 раза соответственно. Близкое по величине накопление крахмала отмечено в тканях дерева-7 ($16,27 \pm 0,56$ балла). Минимальные величины накопления полисахарида соответствовали дереву-6 ($9,88 \pm 0,41$ балла) и дерева-5 ($10,20 \pm 0,95$ балла).

Обобщенное среднее составило $15,00 \pm 0,28$ балла, к которому в той или иной мере тяготели оценки большинства других деревьев. По суммарному содержанию крахмала наибольшее среднее превосходило наименьшее на 9,70 балла или в 1,98 раза. Среднеквадратическое (стандартное) отклонение изменяется от 1,85 балла у дерева-6 до 4,56 балла у дерева-11. Абсолютный диапазон значений в рассматриваемой выборке опыта составил 23,00 балла. Абсолютная ошибка средней выборочной величины (ошибка репрезентативности выборочных средних) находится в пределах от $\pm 0,55$ балла (дерево-4) до $\pm 1,02$ балла (дерево-11). Оценки изменчивости анализируемых показателей по шкале С. А. Мамаева варьируют от среднего (13,39 % — дерево-8) до очень высокого (41,67 % — дерево-5) уровня. В обобщенном массиве данных уровень изменчивости соответствуют высокому уровню: суммарное содержание крахмала $C_v = 29,18\%$ (высокий). Полученный в ходе статистической обработки материал достоверен и вполне надежен. Опытные t-критерии Стьюдента намного превышают критическое значение, равное 1,96 при 5 %-м уровне значимости. Точность определения средней выборочной совокупности изменяется от 3,00 % (дерево-8) до 9,32 % (дерево-5). Показатели точности опыта (относительная ошибка Р) в анализе суммарного количества крахмала не преодолевают допустимый уровень в 5 % и составляют 1,88 %. Вместе с тем в анализе содержания крахмала в годовичных побегах по отдельным тканям в ряде случаев они оказываются выше указанного предела, что связано с ограниченным числом учетов и определений при существующем уровне дисперсии признаков.

Направленность и масштаб тесноты взаимосвязи между исследуемыми показателями физиологического состояния годовичных побегов ясеня обыкновенного в условиях Нижегородской области отчетливо обозначил корреляционный анализ (табл. 2).

Коэффициенты корреляций при парном сравнении рядов значений исследуемых признаков (см. табл. 2) получили оценки в достаточно широком диапазоне. Высокая по шкале Чеддока и положительная по знаку связь зафиксирована между общей суммарным содержанием крахмала во всех учетных зонах и тканях (признак 9) и содержанием крахмала в лубяном слое (признак 2): $r \pm m_r = 0,704 \pm 0,046$ при $tr = 15,29$, содержанием крахмала в заболони (признак 4): $r \pm m_r = 0,779 \pm 0,041$ при $tr = 19,17$, содержанием крахмала сердцевинных лу-

Суммарное содержание крахмала в тканях побега

Варианты	N	M	СКО	max.	Min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv,%	t	P,%
Дерево-1	20	18,73	3,71	26,00	13,00	13,00	0,83	19,82	22,56	4,43
Дерево-2	20	14,90	3,74	21,50	8,00	13,50	0,84	25,08	17,83	5,61
Дерево-3	20	17,50	3,84	26,00	12,00	14,00	0,86	21,94	20,39	4,91
Дерево-4	20	14,78	2,46	19,50	11,50	8,00	0,55	16,63	26,89	3,72
Дерево-5	20	10,20	4,25	16,50	3,00	13,50	0,95	41,67	10,73	9,32
Дерево-6	20	9,88	1,85	12,50	7,00	5,50	0,41	18,72	23,89	4,19
Дерево-7	20	16,13	2,90	21,50	12,00	9,50	0,65	17,96	24,89	4,02
Дерево-8	20	19,57	2,62	24,00	15,00	9,00	0,59	13,39	33,39	3,00
Дерево-9	20	16,27	2,52	20,00	10,00	10,00	0,56	15,50	28,86	3,46
Дерево-10	20	15,05	3,73	21,50	7,50	14,00	0,84	24,81	18,02	5,55
Дерево-11	20	14,88	4,56	23,50	6,00	17,50	1,02	30,65	14,59	6,85
Дерево-12	20	12,16	2,84	16,50	6,00	10,50	0,64	23,35	19,15	5,22
Total	240	15,00	4,38	26,00	3,00	23,00	0,28	29,18	53,09	1,88

¹В таблице 1 приняты обозначения статистик: M — среднее значение $\pm m$ — ошибка репрезентативности выборочного среднего; σ — среднеквадратическое отклонение; max. — максимальное значение показателя; min. — минимальное значение показателя; Δ_{lim} — размах изменчивости, или диапазон значений анализируемого показателя; Cv,% — коэффициент изменчивости значений признака; t — опытный критерий Стьюдента ($t_{05} = 1,96$; $t_{01} = 2,58$); P — точность опыта,%; Total — обобщенное среднее значение.

²Размерность показателей в таблице 1 дана в условных баллах, согласно методике.

Таблица 2

Корреляция показателей содержание крахмала в тканях побега

Показатель	Признаки								
	Пр-1	Пр-2	Пр-3	Пр-4	Пр-5	Пр-6	Пр-7	Пр-8	Пр-9
Признак 1 Кора									
r	1,000	0,201	0,212	0,376	0,087	0,231	0,177	0,458	0,458
$\pm mr$	0,000	0,063	0,063	0,060	0,065	0,063	0,064	0,058	0,058
tr	9999,0	3,16	3,35	6,25	1,35	3,67	2,78	7,94	7,95
Признак 2 Луб									
r	0,201	1,000	0,067	0,483	0,176	0,329	0,375	0,198	0,704
$\pm mr$	0,063	0,000	0,065	0,057	0,064	0,061	0,060	0,064	0,046
tr	3,2	9999,00	1,04	8,51	2,75	5,38	6,24	3,12	15,29
Признак 3 Камбий									
r	0,212	0,067	1,000	0,185	0,259	0,032	-0,051	0,233	0,258
$\pm mr$	0,063	0,065	0,000	0,064	0,063	0,065	0,065	0,063	0,063
tr	3,3	1,04	9999,00	2,90	4,13	0,49	0,79	3,69	4,12
Признак 4 Заболонь									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
r	0,376	0,483	0,185	1,000	0,101	0,475	0,470	0,366	0,779
$\pm mr$	0,060	0,057	0,064	0,000	0,064	0,057	0,057	0,060	0,041
tr	6,3	8,51	2,90	9999,00	1,56	8,32	8,21	6,06	19,17
Признак 5 Ксилема									
r	0,087	0,176	0,259	0,101	1,000	0,273	-0,078	0,199	0,353
$\pm mr$	0,065	0,064	0,063	0,064	0,000	0,062	0,065	0,064	0,061
tr	1,4	2,75	4,13	1,56	9999,00	4,38	1,21	3,12	5,83

Признак 6 Сердцевинные лучи ксилемы									
r	0,231	0,329	0,032	0,475	0,273	1,000	0,588	0,237	0,744
± mr	0,063	0,061	0,065	0,057	0,062	0,000	0,052	0,063	0,043
tr	3,7	5,38	0,49	8,32	4,38	9999,00	11,21	3,77	17,20
Признак 7 Перимедуллярная зона ксилемы									
r	0,177	0,375	-0,051	0,470	-0,078	0,588	1,000	0,186	0,709
± mr	0,064	0,060	0,065	0,057	0,065	0,052	0,000	0,064	0,046
tr	2,8	6,24	0,79	8,21	1,21	11,21	9999,00	2,92	15,52
Признак 8 Сердцевина									
r	0,458	0,198	0,233	0,366	0,199	0,237	0,186	1,000	0,469
± mr	0,058	0,064	0,063	0,060	0,064	0,063	0,064	0,000	0,057
tr	7,9	3,12	3,69	6,06	3,12	3,77	2,92	9999,00	8,19
Признак 9 Суммарное содержание крахмала во всех учетных зонах и тканях									
r	0,458	0,704	0,258	0,779	0,353	0,744	0,709	0,469	1,000
± mr	0,058	0,046	0,063	0,041	0,061	0,043	0,046	0,057	0,000
tr	8,0	15,29	4,12	19,17	5,83	17,20	15,52	8,19	9999,00

Примечание 1. В таблице 2 приняты следующие сокращенные обозначения показателей: r — парный коэффициент корреляции Пирсона; ± mr — ошибка коэффициента корреляции; tr — критерий достоверности коэффициента корреляции.

чах ксилемы (признак 6): $r \pm mr = 0,744 \pm 0,043$ при $tr = 17,20$ и содержанием крахмала перимедуллярной зоне ксилемы (признак 7): $r \pm mr = 0,709 \pm 0,046$ при $tr = 15,52$.

Теснота связи между содержанием крахмала в сердцевинных лучах ксилемы (признак 6) с перимедуллярной зоной ксилемы (признак 7) достигла заметного уровня в качественных оценках: $r \pm mr = 0,588 \pm 0,05$ при $tr = 11,21$. В трех случаях взаимодействия содержания крахмала в зоне коры соответствовали умеренной тесноте связи: $r \pm mr = 0,376 \pm 0,060$ при $tr = 6,25$ — с содержанием крахмала в заболони (признак 4); $\pm mr = 0,458 \pm 0,058$ при $tr = 7,94$ — с содержанием крахмала в сердцевине (признак 8); $\pm mr = 0,458 \pm 0,058$ при $tr = 7,95$ — с суммарным содержанием крахмала во всех учетных зонах и тканях (признак 9). Еще в трех случаях зафиксирована умеренная теснота связи между содержанием крахмала в лубяном слое (признак 2) и содержанием крахмала в заболоне (признак 4): $r \pm mr = 0,483 \pm 0,057$ при $tr = 8,51$, содержанием крахмала сердцевинных лучах ксилемы (признак 6): $r \pm mr = 0,329 \pm 0,061$ при $tr = 5,38$ и содержанием крахмала перимедуллярной зоне ксилемы (признак 7): $r \pm mr = 0,375 \pm 0,060$ при $tr = 6,24$. Характерная умеренной тесноте связи зафиксирована и в отношении содержания крахмала в заболоне (признак 4) к содержанию крахмала в сердцевине (признак 8): $r \pm mr = 0,366 \pm 0,060$ при $tr = 6,06$, к сердцевинным лучам ксилемы (признак 6): $r \pm mr = 0,475 \pm 0,057$ при $tr = 8,3$, к перимедуллярной зоне ксилемы (признак

7): $r \pm mr = 0,470 \pm 0,057$ при $tr = 8,21$ и во взаимодействии содержания крахмала в ксилеме (признак 5) к общему суммарному содержанию крахмала во всех учетных зонах и тканях (признак 9): $r \pm mr = 0,353 \pm 0,061$ при $tr = 5,83$. Максимальное число слабой тесноты связи зафиксировано между содержанием крахмала в камбии (признак 5) к содержанию крахмала в зоне коры (признак 1): $r \pm mr = 0,212 \pm 0,063$ при $tr = 3,3$, содержанию крахмала в заболоне (признак 4): $r \pm mr = 0,185 \pm 0,064$ при $tr = 2,90$, содержанию крахмала в ксилеме (признак 5): $r \pm mr = 0,259 \pm 0,063$ при $tr = 4,13$, содержанию крахмала в сердцевине (признак 8): $r \pm mr = 0,233 \pm 0,063$ при $tr = 3,69$, общему суммарному содержанию крахмала во всех учетных зонах и тканях (признак 9): $r \pm mr = 0,258 \pm 0,063$ при $tr = 4,12$.

Заключение. Данные исследования учетных деревьев ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) свидетельствуют о том, что в одинаковых условиях произрастания с выровненным фоном экологических условий характеризуются заметному вариabельному суммарному содержанию крахмала в тканях годичных побегов. Выявлено, что общая изменчивость показателей содержания и соотношения запасных веществ в границах обобщенного массива преимущественно относится к высокому и очень высокому уровню по шкале Мамаева. Выступающее интегральным показателем наличия крахмала в тканях побегов ясеня обыкновенного его суммарное содержание проявило взаимозависимость с наличием этого полисахарида в каждой из учетных зон.

Список литературы

1. 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
2. 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
3. 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
4. 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
5. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — № 2/326. — 2012. — С. 58–64.
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2 / 332. — С. 45–52.
7. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Наследственная обусловленность видоспецифичности тополей по содержанию крахмала в тканях // Лесной вестник / Forestry Bulletin. — 2021. — Т. 25, № 1. — С. 22–31. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-1-22-31
8. 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
9. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Клишина Л. И., Храмова О. Ю., Быченкова Т. Н., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Пигментный состав хвои сеянцев сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии — 2014. — Т. 4. — С. 36–51.
10. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Яханова Е. А., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Развитие ксилемы и лигнификация её клеток у сеянцев сосны с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 25–35.
11. Бессчетнов, П. В., Бессчетнова Н. Н. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 21–33.
12. Бессчетнов, П. В., Бессчетнова Н. Н. Специфика содержания крахмала в тканях побегов разных видов тополей // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 2 (26). — С. 23–34.
13. Бессчетнов П. В., Бессчетнова Н. Н., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Состояние и перспективы использования представителей рода тополь (*Populus* L.) в городских посадках в России, Беларуси и Казахстане // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 93–100.
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 международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2007 г. Вып. 17. — Брянск: БГИТА, 2007. — С. 13–16.
15. Бессчетнова Н. Н. Скорость сезонного роста ксилемы в годичных побегах клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной печатная // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2008- № 2 (59). — 2008. — С. 4–10.
16. Бессчетнова Н. Н. Содержание основных пигментов в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2010. № 6 (75). — С. 4–10.
17. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала в побегах // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2010. — № 2 (9). — С. 49–55.
18. Бессчетнова Н. Н. Содержание водорастворимых сахаров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса. Сб. науч. тр. по итог. Межд. науч.-тех. конф., г. Брянск, 2011. Выпуск 28. — Брянск: БГТА, 2011. — С. 15–19.
19. Бессчетнова Н. Н. К методике определения периода критического обезвоживания хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2011. — № 2 (12). — С. 3–12.
20. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по темпам водопотери хвои // Лесной вестник / Forestry Bulletin. — 2011. — № 3 (79). — С. 36–40.
21. Бессчетнова Н. Н. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов // Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии: Сборник научных статей. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2011. — № 1 (1). — С. 56–65.
22. Бессчетнова Н. Н. Содержание сухого вещества в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2011. — № 5 (81). — С. 15–19.

23. Бессчетнова Н. Н. Корреляция показателей баланса воды и содержания сухого вещества в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (15). — С. 28–36.
24. Бессчетнова Н. Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 4/328. — С. 48–55.
25. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы // Вестник Саратовского государственного агроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 07. — С. 9–14.
26. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.
27. Бессчетнова Н. Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2013. — № 07. — С. 11–15.
28. Бессчетнова Н. Н. Генотипическая неидентичность плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала // Известия Оренбургского аграрного университета. — 2013. — № 4 (42). — С. 20–23.
29. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — 464 с.
30. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2014. — 368 с.
31. 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. Сб. науч. статей / отв. ред. Э. А. Курбанов. Йошкар-Ола: Поволжский гос. технологический университет, 2016. — С. 132–141.
32. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Индекс генотипического несходства плюсовых деревьев как критерий их совместимости на лесосеменных плантациях // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сб. науч. тр. по итогам межд. Науч.-тех. Конф., г. Брянск, 2016 г. Выпуск 44. — Брянск: БГИТУ, 2016. — С. 13–16.
33. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — Вып. 232. — С. 92–104. DOI: 10.21266/2079–4304.2020.232.92–104
34. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Вышегородцев А. В., Широков А. И., 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.
35. 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
36. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Орнатский А. Н., Щербаков А. Ю. Корреляция показателей пигментного состава хвои ели европейской в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. XXXX, № 1. С. 9–17
37. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Котынова М. Ю. Сезонный характер содержания пигментов в хвое декоративных форм и сортов туи западной в условиях Нижегородской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. — 2022. — № 3. — С. 38–58. DOI 10.21178/2079–6080.2022.3.38
38. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Черных В. Л. Генотипическое несходство плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по физиологическому состоянию побегов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. 2015. № 4 (28). С. 35–49.
39. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Щербаков А. Ю. Пигментный состав хвои ели европейской (*Picea abies*) в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 161–166.
40. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2021. — № 5. — С. 48–64. DOI: 10.37482/0536–1036–2021–5–48–64
41. Бессчетнова Н. Н., Есичева Н. А. Оценка фотосинтетической способности хвои клонов плюсовых деревьев сосны лапландской (*Pinus silvestris* L. Subsp. *Larponica* Fries.) в условиях Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Межд. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 123–131.
42. 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.
43. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н. Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) при интродукции // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК. Матер. Всеросс. конф.

молодых ученых, посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА: Нижний Новгород, 15 декабря 2015 г. Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2016. — С. 14–18.

44. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Содержание жиров в тканях побегов лиственницы сибирской в условиях интродукции в Нижегородскую область // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 180–190.

45. 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.

46. 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

47. 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.

48. Кентбаева Б. А., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Кентбаев Е. Ж. Сравнительная оценка зимней транспирации хвойных видов г. Алматы // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 4 (32). — С. 32–40.

49. 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.

50. 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.

51. 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

52. Мамаев С. А. О проблемах и методах внутривидовой систематики растений. II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: тр. Института экологии растений и животных Урал. фил. АН СССР. Свердловск, 1969. — Вып. 64. — С. 3–38.

53. Мартынова Н. В. Корреляция содержания крахмала в тканях побегов представителя семейства Маслиновые бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*, L) // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии: материалы международной научно-практической конференции, (Нижний Новгород, 26 сентября 2019 года) / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 200–207. EDN: ORBRTC

54. Мартынова Н. В. Сравнительная оценка содержания крахмала в клетках тканей годичных побегов бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare* L.) // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Материалы XIX Международной научно-технической конференции: г. Вологда, 07 декабря 2021 года / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. — С. 210–214. — EDN: HFMCTZ.

55. Мартынова, Н. В. Водоудерживающая способность листьев у некоторых представителей семейства Маслиновые (*Oleaceae*. L) на территории Нижнего Новгорода / Н. В. Мартынова // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: матер. XIII Межд. науч.-тех. конф.: г. Екатеринбург, 02–04 февраля 2021 г. — Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2021. — С. 184–187.

56. Самойлова Л. И., Бессчетнов В. П. Содержание пигментов в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), выращенной по различным технологиям в Республике Татарстан // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. С. 212–219.

Информация об авторах

МАРТЫНОВА Наталья Валерьевна — старший преподаватель кафедры лесной таксации и лесоустройства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. Область научных интересов — биология, интродукция, размножение и технологии производства посадочного материала деревьев и кустарников, автор 19 научных статей, SPIN-код: 4247-3918, AuthorID: 101230. E-mail: martynova-natasha94@yandex.ru

МАРТЫНОВ Руслан Валерьевич — магистрант 2 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. Область научных интересов — биология, морфология, и технологии производства посадочного материала деревьев и кустарников, автор 5 научных статей. E-mail: mart.ruslan152@mail.ru

ASSESSMENT OF STARCH CONTENT IN THE TISSUES OF ANNUAL SHOOTS OF COMMON ASH IN CONDITIONS NIZHNY NOVGOROD

N. V. Martynova, R. V. Martynov

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Annotation. The relevance of research on the content of the reserve nutrient is characterized by great economic importance and intensive use in green spaces of various purposes and structures. The objects of the study were ordinary plantings placed on the territory of the nature monument of regional (regional) significance Raspberry Ridge. For histochemical studies, normally developed annual shoots without external signs of damage were selected in the periphery of a well-lit area of the middle crown belt. The starch content in all accounting zones with its simultaneous accounting is not the same, and also has a significant spread of points between the objects of accounting. The highest total starch content was in tree No. 8 and (19.57 ± 0.59 points), and the lowest was in tree No. 6 (9.88 ± 0.41 points).

Keywords: common ash, annual shoots, starch, histochemistry.

УДК 630.1*232.13

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ КРАХМАЛА В ТКАНЯХ ГОДИЧНЫХ ПОБЕГОВ ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

Н. В. Мартынова, Р. В. Мартынов

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Проведенные исследования позволили дать оценку характеру накопления в годичных побегах крахмала — наиболее значимого запасного питательного вещества в развитии древесных растений ясеня обыкновенного. Объектами исследования выступали рядовые посадки, размещенные на территории памятника природы регионального (областного) значения — Малиновая Гряда. Бальную оценку давали по микроскопическим поперечным срезам из центральной части побега с привлечением методов цветной гистохимии. Наибольшее обобщенное среднее содержание крахмала зафиксировано в клетках сердцевинных лучей и составляет ($3,46 \pm 0,07$ балла), а наименьшее — в сердцевине годичного побега ($0,23 \pm 0,02$ балла). Количество крахмала, присутствующее в разных тканях при его одновременном учете, неодинаково, а также обладает значительным разбросом значений между учетными деревьями.

Ключевые слова: ясень обыкновенный, одногодичные побеги, крахмал, гистохимия.

Введение. Озеленение урбанизированных территорий происходит повсеместно. Зеленые насаждения способны очищать городской воздух от пыли и газов. Городские зеленые насаждения являются средством индивидуализации жилых кварталов и микрорайонов города. С их помощью преодолевается монотонность городской застройки, вызванная индустриальными методами строительства и применением типовых проектов. Зеленые насаждения позволяют привести в соответствие масштаб человека и застройки, который нарушается при многоэтажном строительстве и сделать город более уютным. Немаловажным условием наиболее полной реализации древесными растениями своих декоративно-эстетических, санитарно-гигиенических и рекреационно-бальнеологических функций [13,40]. выступает соответствие их биологии сложившимся в местах их произрастания экологическим параметрам.

В частности, наличие крахмала в тканях побегов связано с устойчивостью растения к условиям окружающей среды [17,29,53,54]. В этой связи кафедрой лесных культур Нижегородской ГСХА планомерно и последовательно ведется изучение физиологических особенностей широкого перечня видов деревьев и кустарников [5,8,27,29,32,38,43,48]. Предметом исследований выступают водный режим [3,14,19,20,31,55], баланс сухого вещества [22,23] и пигментный состав фотосинтезирующего аппарата [4,9,16,21,26,30,34–37,39,41,42,45,46,50,51,56], содержание и соотношение запасных веществ, [2,29,33], включая крахмал [7,12,17,28,29,53,54], жиры [11,24,44], сахара [18], развитие и лигнификация ксилемы [1,6,10,15,25,47].

Цель исследования — выявление факта наличия и оценка содержания крахмала в тканях одногодичных побегов ясеня обыкновенного.

Содержание крахмала в сердцевине годичного побега ясеня^{1, 2}

Варианты	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Дерево-1	20	0,70	0,82	2,00	0,00	2,00	0,18	116,80	3,83	26,12
Дерево-2	20	0,15	0,24	0,50	0,00	0,50	0,05	156,72	2,85	35,04
Дерево-3	20	0,48	0,38	1,00	0,00	1,00	0,08	79,91	5,60	17,87
Дерево-4	20	0,10	0,21	0,50	0,00	0,50	0,05	205,20	2,18	45,88
Дерево-5	20	0,05	0,15	0,50	0,00	0,50	0,03	307,79	1,45	68,82
Дерево-6	20	0,10	0,21	0,50	0,00	0,50	0,05	205,20	2,18	45,88
Дерево-7	20	0,20	0,30	1,00	0,00	1,00	0,07	149,56	2,99	33,44
Дерево-8	20	0,38	0,32	1,00	0,00	1,00	0,07	85,16	5,25	19,04
Дерево-9	20	0,20	0,25	0,50	0,00	0,50	0,06	125,66	3,56	28,10
Дерево-10	20	0,10	0,21	0,50	0,00	0,50	0,05	205,20	2,18	45,88
Дерево-11	20	0,18	0,29	1,00	0,00	1,00	0,07	167,76	2,67	37,51
Дерево-12	20	0,15	0,24	0,50	0,00	0,50	0,05	156,72	2,85	35,04
Total	240	0,23	0,38	2,00	0,00	2,00	0,02	165,28	9,37	10,67

¹В таблицах 1–8 приняты обозначения статистик: M — среднее значение $\pm m$ -ошибка репрезентативности выборочного среднего; σ — среднеквадратическое отклонение; max. — максимальное значение показателя; min. — минимальное значение показателя; Δ_{lim} — размах изменчивости, или диапазон значений анализируемого показателя; Cv, % — коэффициент изменчивости значений признака; t — опытный критерий Стьюдента ($t_{05} = 1,96$; $t_{01} = 2,58$); P — точность опыта, %; Total — обобщенное среднее значение.

²Размерность показателей в таблицах 1–8 дана в условных баллах, согласно методике.

Объекты, условия и методы. Объектом исследования явились однолетние побеги заготовленные с центральной части кроны, с хорошо освещенной стороны рядовых посадок ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), произрастающие на территории памятника природы регионального (областного) значения — Малинов-вая Гряда, имеющего географические координаты 56°24'07" с.ш. 43°95'44" в.д. В опыте применен полевой стационарный и лабораторные методы, реализованные с учетом принципа единственного логического различия, типичности, пригодности, целесообразности и надежности опыта. Содержание крахмала фиксировали качественной реакцией на раствор Люголя в общепринятом порядке [29,35,37] и оценивали его накопленное количество в условных баллах по шкале Н. Н. Бессчетновой [17,28,29,35,37]. Наличие в клетках содержания крахмала определялось по главным зонам поперечного разреза побега, вовлеченных для оценки: сердцевина, периферийная сердцевина, сердцевинные лучи, ксилема, заболонь, камбий, луб, корка [53,54]. Наличие крахмала в клетках определяли по каждой учетной зоне отдельно и в сумме баллов по всем тканям.

0 — крахмал отсутствует полностью, т.е. не удается обнаружить ни одного крахмального зерна ни в одной клетке учетной зоны ткани;

1 — крахмал в ограниченном количестве присутствует в единичных (до 10 %) клетках учитываемой ткани;

2 — крахмал присутствует в меньшем, чем половина, числе клеток, окрашенные крахмальные зерна удается зафиксировать примерно у 20...30 % клеток;

3 — крахмал фиксируется примерно в половине (40...60 %) всех учитываемых клеток ткани;

4 — крахмал отмечается в большей части (70...90 %) клеток;

5 — крахмал в большом количестве присутствует во всех клетках (100 %) учитываемой ткани.

В качестве контроля визирования использовались неокрашенные срезы (без воздействия тестирующих реагентов). Для оценки уровней изменчивости анализируемых показателей использовали шкалу С. А. Мамаева [52].

Результаты и обсуждение. Исследуемые особи ясеня обыкновенного, представленные на опытном участке на территории памятника природы регионального (областного) значения — Малинов-вая Гряда, различались сезонной динамикой показателей по их физиологическому состоянию накопленных питательных веществ по содержанию крахмала, а также статическими сравнительными оценками. В ходе проведения опытов были установлены хорошо заметные различия между анализируемыми

Таблица 2

Содержания крахмала в клетках периферийной сердцевины

Варианты	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv,%	t	P,%
Дерево-1	20	2,78	1,08	4,00	1,00	3,00	0,24	38,99	11,47	8,72
Дерево-2	20	1,75	0,87	4,00	0,50	3,50	0,19	49,49	9,04	11,07
Дерево-3	20	3,10	1,12	5,00	1,00	4,00	0,25	36,10	12,39	8,07
Дерево-4	20	2,50	0,89	5,00	2,00	3,00	0,20	35,54	12,58	7,95
Дерево-5	20	0,90	0,82	3,00	0,00	3,00	0,18	91,20	4,90	20,39
Дерево-6	20	1,03	0,41	1,50	0,50	1,00	0,09	40,27	11,10	9,01
Дерево-7	20	4,40	0,60	5,00	3,00	2,00	0,13	13,60	32,89	3,04
Дерево-8	20	4,28	0,75	5,00	3,00	2,00	0,17	17,58	25,43	3,93
Дерево-9	20	2,60	0,79	3,50	1,00	2,50	0,18	30,31	14,75	6,78
Дерево-10	20	2,88	1,27	5,00	1,00	4,00	0,28	44,02	10,16	9,84
Дерево-11	20	3,70	1,22	5,00	1,50	3,50	0,27	32,93	13,58	7,36
Дерево-12	20	2,75	0,91	4,00	1,50	2,50	0,20	33,11	13,51	7,40
Total	240	2,72	1,40	5,00	0,00	5,00	0,09	51,34	30,18	3,31

Таблица 3

Статистика содержания крахмала в клетках сердцевинных лучей

Варианты	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv,%	t	P,%
Дерево-1	20	3,83	0,69	5,00	2,50	2,50	0,16	18,13	24,67	4,05
Дерево-2	20	3,30	0,98	5,00	1,00	4,00	0,22	29,66	15,08	6,63
Дерево-3	20	3,95	1,00	5,00	2,00	3,00	0,22	25,28	17,69	5,65
Дерево-4	20	3,60	0,68	5,00	3,00	2,00	0,15	18,90	23,66	4,23
Дерево-5	20	2,88	1,17	4,00	0,50	3,50	0,26	40,64	11,00	9,09
Дерево-6	20	2,43	0,54	3,00	1,50	1,50	0,12	22,46	19,91	5,02
Дерево-7	20	4,05	0,89	5,00	3,00	2,00	0,20	21,90	20,42	4,90
Дерево-8	20	4,38	0,81	5,00	2,50	2,50	0,18	18,49	24,18	4,14
Дерево-9	20	3,23	0,80	4,00	2,00	2,00	0,18	24,89	17,97	5,56
Дерево-10	20	3,95	1,05	5,00	2,00	3,00	0,23	26,58	16,82	5,94
Дерево-11	20	3,38	0,70	5,00	2,00	3,00	0,16	20,88	21,42	4,67
Дерево-12	20	2,55	0,84	4,00	1,00	3,00	0,19	32,99	13,55	7,38
Total	240	3,46	1,03	5,00	0,50	4,50	0,07	29,76	52,06	1,92

деревьями ясеня обыкновенного по содержанию крахмала в клетках тканей однолетних побегов (табл. 1–8). В учетной зоне сердцевины годичных побегов (см. табл. 1) наибольшее количество крахмала ($0,70 \pm 0,18$ балла) наблюдалось у учетного растения № 1, а наименьшее вновь у дерева № 5 ($0,05 \pm 0,03$ балла), что образовало превышение в 14 раз, или на 0,65 балла.

Обобщенное среднее значение (варианта «Total») составило $0,23 \pm 0,02$ балла. Среднеквадратическое отклонение изменяется от 0,15 до 0,82 баллов. Оценка коэффициентов изменчивости анализируемых значений по шкале С. А. Мамаева в обобщенном массиве данных соответствуют очень высокому уровню (165,28 %). Содержание крахмала в живых клетках периферийной сердцевины однолетних побегов сформировало большую бальную оценку соотношения между учетными деревьями (см. табл. 2).

Различия между обследованными деревьями по содержанию крахмала в периферийной сердцевине побега (см. табл. 2) достаточно контрастны. Его наибольшее количество ($4,40 \pm 0,13$ балла) зафиксировано у дерева № 7, а наименьшее — у дерева-6 ($1,03 \pm 0,09$ балла). Как видим, наибольшее среднее по содержанию крахмала в периферийной сердцевине превышает обобщенное среднее ($2,72 \pm 0,09$ балла) по массиву на 1,67 или 1,62 раза.

Содержание крахмала в сердцевинных лучах ксилемы однолетнего побега ясеня обыкновенного показало увеличение в отношении с предыдущими результатами (см. табл. 3). Максимум содержания крахмала в этой ткани побега ($4,38 \pm 0,18$ балла) наблюдался у дерева-8. Достаточно высокое содержание замечено у дерева-7 ($4,05 \pm 0,20$ балла), дерева-3 ($3,95 \pm 0,22$ балла) и дерева-10 ($3,95 \pm 0,23$ балла), а соответствующий минимум был у де-

Содержания крахмала в клетках ксилемы годичного побега

Варианты	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Дерево-1	20	1,70	0,55	3,00	1,00	2,00	0,12	32,22	13,88	7,20
Дерево-2	20	1,58	0,71	3,00	0,50	2,50	0,16	45,22	9,89	10,11
Дерево-3	20	1,18	0,52	2,00	0,50	1,50	0,12	44,25	10,11	9,90
Дерево-4	20	0,58	0,24	1,00	0,00	1,00	0,05	42,55	10,51	9,52
Дерево-5	20	1,33	1,07	3,00	0,00	3,00	0,24	80,54	5,55	18,01
Дерево-6	20	1,25	0,26	1,50	1,00	0,50	0,06	20,52	21,79	4,59
Дерево-7	20	0,48	0,20	1,00	0,00	1,00	0,04	41,48	10,78	9,27
Дерево-8	20	0,63	0,32	1,50	0,00	1,50	0,07	51,09	8,75	11,42
Дерево-9	20	2,02	0,58	3,00	1,00	2,00	0,13	28,54	15,67	6,38
Дерево-10	20	1,88	0,56	3,00	1,00	2,00	0,13	29,81	15,00	6,67
Дерево-11	20	0,90	0,91	4,00	0,00	4,00	0,20	101,32	4,41	22,66
Дерево-12	20	0,38	0,36	1,00	0,00	1,00	0,08	95,51	4,68	21,36
Total	240	1,16	0,79	4,00	0,00	4,00	0,05	68,13	22,74	4,40

Таблица 5

Содержание крахмала в клетках заболони годичного побега

Варианты	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Дерево-1	20	3,90	1,07	5,00	2,00	3,00	0,24	27,47	16,28	6,14
Дерево-2	20	3,75	1,12	5,00	1,50	3,50	0,25	29,81	15,00	6,67
Дерево-3	20	3,85	0,81	5,00	2,00	3,00	0,18	21,11	21,19	4,72
Дерево-4	20	3,65	0,67	5,00	3,00	2,00	0,15	18,38	24,33	4,11
Дерево-5	20	2,58	0,98	4,00	1,00	3,00	0,22	37,94	11,79	8,48
Дерево-6	20	2,13	0,96	4,00	0,50	3,50	0,21	45,08	9,92	10,08
Дерево-7	20	3,95	0,76	5,00	3,00	2,00	0,17	19,22	23,27	4,30
Дерево-8	20	4,45	0,60	5,00	3,00	2,00	0,14	13,59	32,90	3,04
Дерево-9	20	3,35	0,73	5,00	1,50	3,50	0,16	21,71	20,60	4,85
Дерево-10	20	2,28	1,03	4,00	1,00	3,00	0,23	45,36	9,86	10,14
Дерево-11	20	2,90	1,22	5,00	0,50	4,50	0,27	42,08	10,63	9,41
Дерево-12	20	3,18	0,83	4,00	1,50	2,50	0,19	26,19	17,08	5,86
Total	240	3,33	1,14	5,00	0,50	4,50	0,07	34,15	45,36	2,20

рева-12 ($2,55 \pm 0,19$ балла). Превышение над обобщенным средним ($3,46 \pm 0,07$ балла) по выборке составило на 0,91 или в 1,27 раза. Результаты коэффициентов изменчивости анализируемых значений по шкале Мамаева изменяется от среднего (дерево-1–18,13 %) до очень высокого уровня изменчивости (дерево-5–40,64 %).

Меньше крахмала присутствовало в клетках ксилемы (см. табл. 4). Его наибольшее количество ($2,02 \pm 0,13$ балла) зафиксировано у дерева-9, что на 0,85 или 1,74 раза больше «Total», а наименьшее — у дерева-12 ($0,38 \pm 0,08$ балла), которое меньше среднего по выборке на 0,78 балла или в 0,32 раза. Обобщенное для всего массива данных среднее значение варианта «Total» составило $1,16 \pm 0,05$ балла. Среднеквадратическое (стандартное) отклонение изменяется от 0,20 см до 1,07 балла. Изменчивость содержания крахмала в клетках

ксилемы годичного побега соответствовала повышенному или высокому уровню по шкале Мамаева ($Cv = 20,52 \dots 32,22$ %, дерево-6 и дерево-1 соответственно). В то же время, общий фон дисперсии был выражен значительно, и изменчивость в обобщенном массиве данных достигла очень высокого уровня ($Cv = 68,13$ %).

Различия учетных деревьев по содержанию крахмала проявились и по его наличию в заболонной части однолетних побегов (см. табл. 5). В данной ткани побега по отношению к другим тканям определено большее количества запасенного крахмала. Наибольшее — зафиксировано у дерева-8 ($4,45 \pm 0,14$ балла) и достаточно высокое — у дерева-7 ($3,95 \pm 0,17$ балла), а соответствующий минимум определен у дерева-6 ($2,13 \pm 0,21$ балла). Полученные оценки обеспечили превосходство наибольшего среднего значения над наи-

Таблица 6

Содержание крахмала в клетках камбия годичного побега

Варианты	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Дерево-1	20	1,30	0,62	2,50	0,50	2,00	0,14	47,35	9,44	10,59
Дерево-2	20	0,73	0,60	2,00	0,00	2,00	0,13	82,14	5,44	18,37
Дерево-3	20	0,50	0,36	1,50	0,00	1,50	0,08	72,55	6,16	16,22
Дерево-4	20	0,58	0,24	1,00	0,00	1,00	0,05	42,55	10,51	9,52
Дерево-5	20	0,95	0,46	2,00	0,50	1,50	0,10	48,00	9,32	10,73
Дерево-6	20	0,70	0,30	1,50	0,50	1,00	0,07	42,73	10,47	9,56
Дерево-7	20	0,48	0,20	1,00	0,00	1,00	0,04	41,48	10,78	9,27
Дерево-8	20	0,65	0,28	1,50	0,50	1,00	0,06	43,41	10,30	9,71
Дерево-9	20	0,60	0,35	1,00	0,00	1,00	0,08	57,99	7,71	12,97
Дерево-10	20	0,60	0,64	2,00	0,00	2,00	0,14	106,79	4,19	23,88
Дерево-11	20	0,58	0,52	1,50	0,00	1,50	0,12	90,43	4,95	20,22
Дерево-12	20	0,60	0,26	1,00	0,00	1,00	0,06	43,60	10,26	9,75
Total	240	0,69	0,47	2,50	0,00	2,50	0,03	68,87	22,50	4,45

Таблица 7

Статистика содержания крахмала в клетках луба годичного побега

Варианты	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv, %	t	P, %
Дерево-1	20	3,60	0,99	5,00	2,00	3,00	0,22	27,63	16,19	6,18
Дерево-2	20	3,20	1,23	5,00	1,50	3,50	0,27	38,41	11,64	8,59
Дерево-3	20	3,78	1,13	5,00	2,00	3,00	0,25	29,92	14,95	6,69
Дерево-4	20	3,25	0,97	5,00	2,00	3,00	0,22	29,74	15,04	6,65
Дерево-5	20	1,48	1,49	4,00	0,00	4,00	0,33	101,08	4,42	22,60
Дерево-6	20	2,20	1,04	4,00	0,50	3,50	0,23	47,44	9,43	10,61
Дерево-7	20	2,23	1,21	5,00	1,00	4,00	0,27	54,30	8,24	12,14
Дерево-8	20	4,20	1,11	5,00	1,00	4,00	0,25	26,31	17,00	5,88
Дерево-9	20	4,10	0,64	5,00	3,00	2,00	0,14	15,63	28,62	3,49
Дерево-10	20	3,20	1,06	5,00	1,00	4,00	0,24	33,01	13,55	7,38
Дерево-11	20	3,13	1,22	5,00	1,50	3,50	0,27	39,15	11,42	8,75
Дерево-12	20	2,51	0,72	4,00	1,20	2,80	0,16	28,81	15,52	6,44
Total	240	3,07	1,33	5,00	0,00	5,00	0,09	43,21	35,85	2,79

меньшими в 2,09 раза или на 2,33 балла. Остальные опытные образцы выборки стремятся к результату обобщенного среднего. Величина обобщенного среднего ($3,33 \pm 0,07$ балла) обеспечило его симметричное расположение в ранжированном массиве. Коэффициент вариации содержания крахмала в клетках заболони годичного побега соответствовал от среднего (дерево – 8 – 13,59 %) до очень высокого (дерево – 10 – 45,36 %) уровня по шкале Мамаева. Изменчивость в обобщенном массиве данных достигла высокого уровня ($Cv = 34,15\%$).

Содержание крахмала в клетках камбия отражено в таблице 6, расположенной ниже. Статистическая оценка учетной зоны камбия выявила не обширное проявление крахмала во всех исследуемых образцах выборки.

Максимум содержания крахмала отмечается у дерева-1 ($1,30 \pm 0,14$ балла), а минимум у дерева-7

($0,48 \pm 0,04$ балла). Обобщенное среднее по всему массиву превышает наименьшее в 1,89 раза или на 0,61 балла. Величина обобщенного среднего составила $0,69 \pm 0,03$ балла. Вместе с тем, материал вполне надежен и статистически достоверен, о чем свидетельствуют величины значений критерия Стьюдента, превосходящие соответствующие табличные значения.

Накопленное к учетному периоду содержание крахмала в клетках луба показало разброс бальных оценок, показанный в таблице 7. В данной учетной зоне крахмал выявлен во всех исследуемых образцах. Максимум содержания крахмала отмечается у дерева-8 ($4,20 \pm 0,25$ балла), что превышает обобщенное среднее по выборке в 1,36 раза или на 1,13 балла, а минимум у дерева-5 ($1,48 \pm 0,33$ балла), что в 0,48 раза или на 1,60 балла меньше варианта «Total».

Содержание крахмала в клетках грубой коры годичного побега

Варианты	N	M	СКО	max.	min.	Δ_{lim}	$\pm m$	Cv,%	t	P,%
Дерево-1	20	0,93	0,77	3,00	0,00	3,00	0,17	82,77	5,40	18,51
Дерево-2	20	0,45	0,67	2,00	0,00	2,00	0,15	148,20	3,02	33,14
Дерево-3	20	0,68	0,44	1,50	0,00	1,50	0,10	64,82	6,90	14,49
Дерево-4	20	0,53	0,20	1,00	0,00	1,00	0,04	37,53	11,92	8,39
Дерево-5	20	0,05	0,15	0,50	0,00	0,50	0,03	307,79	1,45	68,82
Дерево-6	20	0,05	0,15	0,50	0,00	0,50	0,03	307,79	1,45	68,82
Дерево-7	20	0,35	0,46	1,50	0,00	1,50	0,10	131,91	3,39	29,50
Дерево-8	20	0,63	0,43	1,50	0,00	1,50	0,10	68,06	6,57	15,22
Дерево-9	20	0,18	0,24	0,50	0,00	0,50	0,05	139,82	3,20	31,26
Дерево-10	20	0,18	0,34	1,00	0,00	1,00	0,08	191,66	2,33	42,86
Дерево-11	20	0,13	0,22	0,50	0,00	0,50	0,05	177,70	2,52	39,74
Дерево-12	20	0,05	0,15	0,50	0,00	0,50	0,03	307,79	1,45	68,82
Total	240	0,35	0,48	3,00	0,00	3,00	0,03	138,76	11,16	8,96

Величина обобщенного среднего составила $3,07 \pm 0,09$ балла. Среднеквадратическое (стандартное) отклонение изменяется от 0,64 (дерево –9) до 1,23 (дерево-2) баллов. Критерий достоверности (t) во всех случаях больше 3. Это говорит о том, что статистические показатели достоверны.

Минимальное содержание крахмала выявлено в живых клетках грубой коры побега (см. табл. 8).

Максимум содержания крахмала в живых клетках грубой коры побега отмечается у дерева-1 ($0,93 \pm 0,17$ балла). У деревьев № 5, № 6 и № 12 в данной учетной зоне крахмал определен по минимальным балльным оценкам и составляет $0,05 \pm 0,03$ балла. Величина обобщенного среднего составила $0,35 \pm 0,03$ балла. Среднеквадратическое (стандартное) отклонение

изменяется от 0,15 до 0,77 баллов. Точность определения средней выборочной совокупности (P,%) изменяется от 8,39 до 68,82 %, что свидетельствует о высоком уровне точности определения признака.

Выводы. Обследованные учетные деревья ясени обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) в условиях интродукции при их произрастании на одной территории с выровненным фоном экологических условий характеризуются выраженной изменчивостью в содержании крахмала в тканях своих одногодичных побегов. Количество крахмала, присутствующее в разных тканях при его одномоментном учете, неодинаково в пределах отдельного растения, а также имело значительный разброс значений между учетными деревьями.

Список литературы

1. 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
2. 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
3. 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
4. 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
5. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — № 2/326. — 2012. — С. 58–64.
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2 / 332. — С. 45–52.
7. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Наследственная обусловленность видоспецифичности тополей по содержанию крахмала в тканях // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2021. Т. 25, № 1. — С. 22–31. DOI: 10.18698/2542-1468-2021-1-22-31

8. 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
9. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Клишина Л. И., Храмова О. Ю., Быченкова Т. Н., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Пигментный состав хвои семян сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии — 2014. — Т. 4. — С. 36–51.
10. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Яханова Е. А., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Развитие ксилемы и лигнификация её клеток у семян сосны с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 25–35.
11. Бессчетнов, В. П., Бессчетнова Н. Н. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 21–33.
12. Бессчетнов, В. П., Бессчетнова Н. Н. Специфика содержания крахмала в тканях побегов разных видов тополей // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 2 (26). — С. 23–34.
13. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Состояние и перспективы использования представителей рода тополь (*Populus* L.) в городских посадках в России, Беларуси и Казахстане // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Бессчетновой Н. Н. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 93–100.
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 международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2007 г. Вып. 17. — Брянск: БГИТА, 2007. — С. 13–16.
15. Бессчетнова Н. Н. Скорость сезонного роста ксилемы в годичных побегах клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной печатная // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2008- № 2 (59). — 2008. — С. 4–10.
16. Бессчетнова Н. Н. Содержание основных пигментов в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2010. № 6 (75). — С. 4–10.
17. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала в побегах // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2010. — № 2 (9). — С. 49–55.
18. Бессчетнова Н. Н. Содержание водорастворимых сахаров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2011. Выпуск 28. — Брянск: БГТА, 2011. — С. 15–19.
19. Бессчетнова Н. Н. К методике определения периода критического обезвоживания хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2011. — № 2 (12). — С. 3–12.
20. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по темпам водопотери хвои // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2011. — № 3 (79). — С. 36–40.
21. Бессчетнова Н. Н. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов // Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии: Сборник научных статей. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2011. — № 1 (1). — С. 56–65.
22. Бессчетнова Н. Н. Содержание сухого вещества в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2011. — № 5 (81). — С. 15–19.
23. Бессчетнова Н. Н. Корреляция показателей баланса воды и содержания сухого вещества в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (15). — С. 28–36.
24. Бессчетнова Н. Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 4/328. — С. 48–55.
25. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы // Вестник Саратовского государственного агроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 07. — С. 9–14.
26. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.
27. Бессчетнова Н. Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2013. — № 07. — С. 11–15.
28. Бессчетнова Н. Н. Генотипическая неидентичность плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала // Известия Оренбургского аграрного университета. — 2013. — № 4 (42). — С. 20–23.
29. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — 464 с.
30. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. — 368 с.

31. 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. Сб. науч. статей / Отв. ред. Э. А. Курбанов. Йошкар-Ола: Поволжский гос. технологический университет, 2016. — С. 132–141.
32. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Индекс генотипического несходства плюсовых деревьев как критерий их совместимости на лесосеменных плантациях // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сб. науч. тр. по итогам межд. науч.-тех. конф.: г. Брянск, 2016 г. Выпуск 44. — Брянск: БГИТУ, 2016. — С. 13–16.
33. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — Вып. 232. — С. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104
34. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Вышегородцев А. В., Широков А. И., 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 Межд. науч.-тех. конф.: г. Екатеринбург, 2–4 февраля 2021 г. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2021. — С. 55–59.
35. 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
36. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Орнатский А. Н., Щербаков А. Ю. Корреляция показателей пигментного состава хвои ели европейской в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. — 2022. — Т. XXXX, № 1. — С. 9–17
37. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Котынова М. Ю. Сезонный характер содержания пигментов в хвое декоративных форм и сортов туи западной в условиях Нижегородской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. — 2022. — № 3. — С. 38–58. DOI 10.21178/2079-6080.2022.3.38
38. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Черных В. Л. Генотипическое несходство плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по физиологическому состоянию побегов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2015. — № 4 (28). — С. 35–49.
39. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Щербаков А. Ю. Пигментный состав хвои ели европейской (*Picea abies*) в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 161–166.
40. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2021. — № 5. — С. 48–64. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-48-64
41. Бессчетнова Н. Н., Есичева Н. А. Оценка фотосинтетической способности хвои клонов плюсовых деревьев сосны лапландской (*Pinus sylvestris* L. Subsp. *Lapponica* Fries.) в условиях Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 123–131.
42. 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.
43. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н. Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) при интродукции // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК. Матер. Всеросс. конф. молодых ученых, посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА: Нижний Новгород, 15 декабря 2015 г. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — С. 14–18.
44. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Содержание жиров в тканях побегов лиственницы сибирской в условиях интродукции в Нижегородскую область // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 180–190.
45. 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.
46. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Наследственная обусловленность пигментного состава хвои представителей рода лиственница // 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
47. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Внутривидовая изменчивость состояния скелеты побегов лиственницы сибирской при интродукции в Нижегородскую область // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2021. — № 3 (51). — С. 28–40.
48. Кентбаева Б. А., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Кентбаев Е. Ж. Сравнительная оценка зимней транспирации хвойных видов г. Алматы // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 4 (32). — С. 32–40.
49. 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

50. 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.
51. 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
52. Мамаев С. А. О проблемах и методах внутривидовой систематики растений. II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: тр. Института экологии растений и животных Урал. фил. АН СССР. Свердловск, 1969. — Вып. 64. — С. 3–38.
53. Мартынова Н. В. Корреляция содержания крахмала в тканях побегов представителя семейства Маслиновые бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*, l) // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии: материалы международной научно-практической конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 200–207. EDN: ORBRTC
54. Мартынова Н. В. Сравнительная оценка содержания крахмала в клетках тканей годичных побегов бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare* L.) // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Материалы XIX Международной научно-технической конференции: г. Вологда, 07 декабря 2021 года / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. — С. 210–214. — EDN HFMCTZ.
55. Мартынова, Н. В. Водоудерживающая способность листьев у некоторых представителей семейства Маслиновые (*Oleaceae*. L) на территории Нижнего Новгорода / Н. В. Мартынова // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: материалы XIII Международной научно-технической конференции: г. Екатеринбург, 02–04 февраля 2021 г. — Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2021. — С. 184–187.
56. Самойлова Л. И., Бессчетнов В. П. Содержание пигментов в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), выращенной по различным технологиям в Республике Татарстан // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 212–219.

Информация об авторах

МАРТЫНОВА Наталья Валерьевна — старший преподаватель кафедры лесной таксации и лесоустройства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. Область научных интересов — биология, интродукция, размножение и технологии производства посадочного материала деревьев и кустарников, автор 19 научных статей. E-mail: martynova-natasha94@yandex.ru

МАРТЫНОВ Руслан Валерьевич — магистрант 2 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. Область научных интересов — биология, морфология, и технологии производства посадочного материала деревьев и кустарников, автор 5 научных статей. E-mail: mart.ruslan152@mail.ru

ASSESSMENT OF STARCH CONTENT IN THE TISSUES OF ANNUAL SHOOTS OF COMMON ASH IN CONDITIONS NIZHNY NOVGOROD

N. V. Martynova, R. V. Martynov

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Annotation. The conducted studies allowed us to assess the nature of the accumulation of starch in annual shoots — the most significant reserve nutrient in the development of woody plants of common ash. The objects of the study were ordinary plantings placed on the territory of the nature monument of regional (regional) significance Raspberry Ridge. The highest total starch content was in tree No. 8 and (19.57 ± 0.59 points), and the lowest was in tree No. 6 (9.88 ± 0.41 points). Common ash is characterized by variability in the starch content in the tissues of shoots. The amount of starch present in different tissues with its simultaneous accounting is not the same, and also has a significant spread of values between the accounting trees. The most contrasting differences were manifested in the total starch content in the shoot tissues.

Keywords: common ash, annual shoots, starch, histochemistry.

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ КРАХМАЛА В ТКАНЯХ ГОДИЧНЫХ ПОБЕГОВ ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

Н. В. Мартынова, Р. В. Мартынов

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Дана сравнительная оценка накопленного запасного вещества крахмала в годичных побегах ясеня обыкновенного. Статистический и дисперсионный анализы выполняли по общепринятым методикам. Оценку содержания запасных веществ на поперечном срезе побега давали отдельно по каждой учетной зоне. Объектами исследования выступали рядовые посадки, размещенные на территории памятника природы регионального (областного) значения Малиновая Гряда. Зафиксированные результаты показали максимальные значения, по величине обобщенного среднего, в зоне сердцевинных лучей $3,46 \pm 0,07$ балла и в лубяном слое $3,07 \pm 0,09$ балла. Статистические оценки содержания и количественного баланса запасных веществ в тканях побегов вскрыли неоднородный характер соотношения между учетными деревьями ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) по присутствию крахмала в тканях годичных побегов, что свидетельствует о наличии внутривидовой индивидуальной изменчивости в их физиологическом состоянии. Отмеченная фенотипическая неоднородность задействованных в опыте растений проявилась при их размещении в границах одного участка на выровненном экологическом фоне, при прочих равных условиях произрастания. Тогда, возникают основания признать физиологические особенности каждого из учетных деревьев, как наследственно обусловленные различия между ними. Дисперсионный анализ, выполненный по однофакторной схеме, подтвердил данное предположение, обнаружив наличие существенных различий между сравниваемыми объектами по всему комплексу анализируемых признаков.

Ключевые слова: ясень обыкновенный, одногодичные побеги, крахмал, гистохимия.

Введение. Стабилизации экологической обстановки в городах представляется вполне актуальной на современном этапе и при существующих темпах развития урбанизированных территорий. Весьма действенным средством в решении возникающих в этом контексте задач выступают насаждения из деревьев и кустарников, способных выполнять декоративно-эстетические, санитарно-гигиенические и рекреационно-бальнеологические функции в составе элементов озеленения населенных мест [13,40]. Немаловажную роль в этом процессе играет формирование их научно-обоснованного и регионально адаптированного ассортимента, в состав которого повсеместно рекомендуется включать как аборигенные, так и инорайонные виды, декоративные форма и сорта. С учетом этого кафедрой лесных культур Нижегородской ГСХА последовательно ведется изучение широкого списка видов, относящихся не только к числу представителей местной флоры [5,30,39,42], но и являющихся интродуцентами в Среднем Поволжье [13,34,41,44]. В их числе и хвойные [32,35,37,45], и лиственные [1–4,53,54] растения, и деревья [29,35,38,46], и кустарники [36,57,58]. В целях получения объективной оценки их адаптированности к сложившимся лесорастительным условиям, что необходимо для их обоснованного включения в состав ассортимента, детальному

анализу подвергаются биологические особенности [48–51], общее физиологическое состояние [8,27,43,49], содержание и соотношение запасных веществ [2,11,18,24,33,53,54], в том числе крахмала [7,12,17,28,53,54], темпы развития и ход лигнификации ксилемы [1,6,10,15,25,47], морфология [40], пигментный состав [4,9,16,21,26], и водный режим листового аппарата [3,14,19,20,23,31,55], а также его связь с наличием сухого вещества [22]. В сфере научных интересов неизменно находятся вопросы семенного [56,57,58] и вегетативного [59,60]. Весьма перспективен в указанном плане ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.), входящий в состав семейства маслиновые ((*Fraxinus excelsior* L.) успешно применяют в создаваемых в регионе защитных насаждениях и объектах озеленения.

Цель исследования — получение сравнительной оценки содержания крахмала в тканях годичных побегов ясеня обыкновенного.

Объекты, условия и методы. Объектом изучения послужили годовалые приросты с центральной части кроны, с хорошо освещенной стороны кроны рядовых посадок ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.), растущие на территории памятника природы регионального (областного) значения Малиновая Гряда, находящегося в географических координатах $56^{\circ}24'07''$ с.ш. $43^{\circ}95'44''$ в.д. Осуществление исследований в методологическом плане проходило с соблюдением принципа единст-

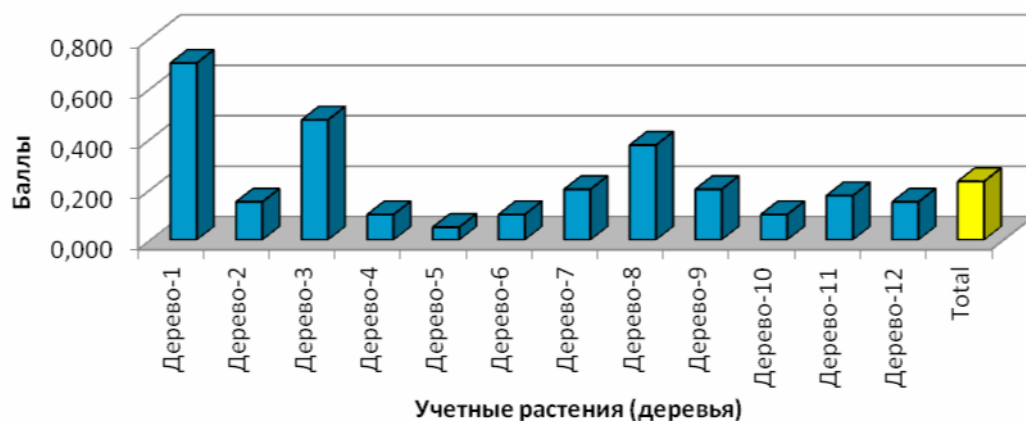


Рисунок 1 — Содержание крахмала в сердцевине годичного побега

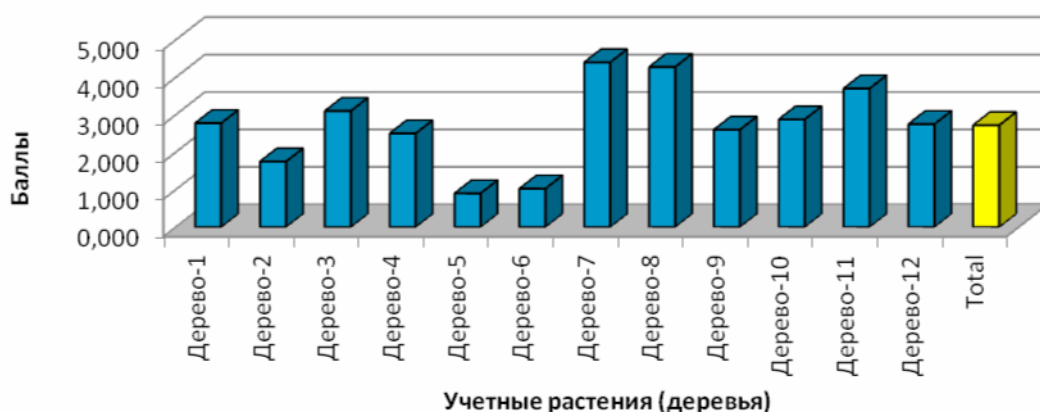


Рисунок 2 — Содержание крахмала в клетках периферийной сердцевины

венного логического различия, типичности, пригодности и целесообразности опыта. Содержание крахмала визировали качественной реакцией на раствор Люголя по общепринятому порядку [29,35,54] и оценивали его накопленное количество в условных баллах по шкале Н. Н. Бессчетновой [17,28,29,35,37]. Интенсивность накопления в клетках крахмала определялось по главным зонам поперечного разреза побега, вовлеченных для оценки: сердцевина, периферийная сердцевина, сердцевинные лучи, ксилема, заболонь, камбий, луб, корка [53,54]. Присутствие крахмала в клетках определяли по каждой учетной зоне, по 5-ти балльной шкале интенсивности окраса поперечного среза. Для сравнения использовался образец без нанесения препарата. Оценку уровня изменчивости анализируемых показателей проводили по шкале С. А. Мамаева [52].

Результаты и обсуждение. Содержание запасного питательного вещества в исследуемых объектах оценивалось по количеству накопленного крахмала в годичных побегах ясеня обыкновенного, произрастающего на опытном участке территории памятника природы регионального (областного) значения Малиновая Гряда. Изучаемые образцы

показали не равномерный разброс показателей по учетным зонам (рис. 1–9).

В зоне сердцевины (см. рис. 1) крахмал надежно фиксировался у всех исследуемых растений. При этом, заметно различались в этом плане. Наибольшее количество крахмала обнаружено у дерева-1 ($0,70 \pm 0,18$ балла), наименьшее — ($0,05 \pm 0,03$ балла) у дерева-5.

Обобщенное среднее значение этого показателя составило $0,23 \pm 0,02$ балла. Иная картина по содержанию крахмала проявилась в периферийной зоне сердцевины (см. рис. 2).

Лидирующую позицию заняло дерево-7 ($4,40 \pm 0,13$ балла), не отстает дерево-8 ($4,28 \pm 0,17$ балла). Разница обобщенного среднего ($2,72 \pm 0,09$ балла) по массиву учетных растений превысила на 1,67 или в 1,62 раза наибольшее среднее по содержанию крахмала в периферийной зоне сердцевины. Крахмальный максимум в сердцевидных лучах ($4,38 \pm 0,18$ балла) наблюдался у дерева-8 и дерева-9 (см. рис. 3), минимум — у дерева-12 ($2,55 \pm 0,19$ балла). Превышение над обобщенным средним ($3,46 \pm 0,07$ балла) составило на 0,91 или в 1,27 раза. В живых клетках зоны ксилемы присутствие крахмала дает совершенно другую кар-

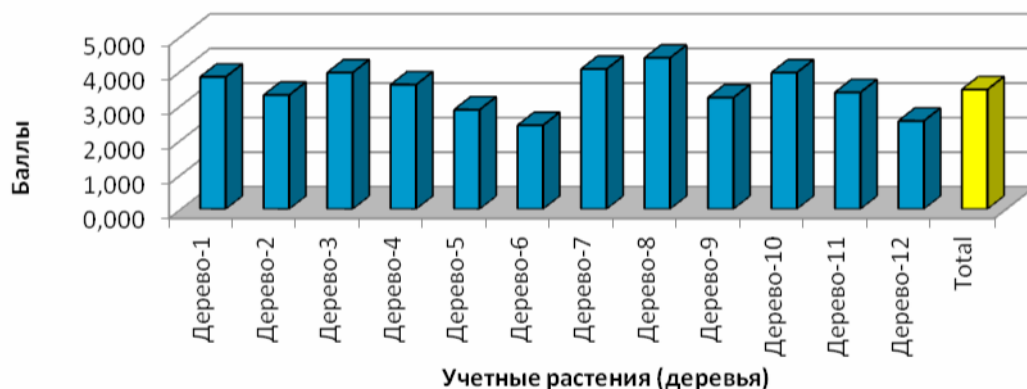


Рисунок 3 — Содержание крахмала в клетках сердцевинных лучей

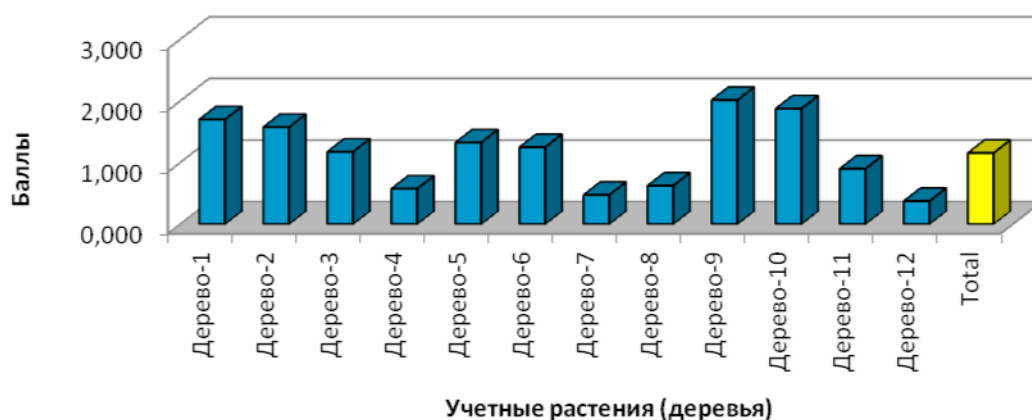


Рисунок 4 — Содержание крахмала в клетках ксилемы годичного побега

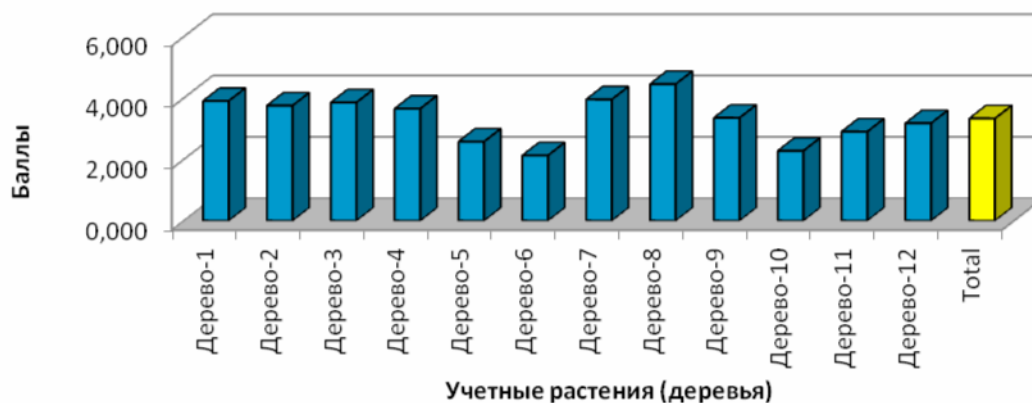


Рисунок 5 -Содержание крахмала в клетках заболони годичного побега

тину (см. рис. 4). Притом, что учетные представители показали наибольшее значение накопленного крахмала у дерева-9 ($2,02 \pm 0,13$ балла), а соответствующий минимум у дерева-12 ($0,38 \pm 0,08$ балла). Обобщенное среднее значение варианта «Total» составило $1,16 \pm 0,05$ балла. В заболонной части (см. рис. 5) побега по отношению к другим тканям (см. рис. 1–4) определено большее количества запасенного крахмала.

Наибольшее — зафиксировано у дерева-8 ($4,45 \pm 0,14$ балла) и достаточно высокое — у дере-

ва-7 ($3,95 \pm 0,17$ балла), а соответствующий минимум определен у дерева-6 ($2,13 \pm 0,21$ балла).

Величина обобщенного среднего ($3,33 \pm 0,07$ балла). Максимум содержания крахмала (см. рис. 6) отмечается в учетной зоне камбия у дерева-1 ($1,30 \pm 0,14$ балла), а минимум у дерева-7 ($0,48 \pm 0,04$ балла).

Обобщенное среднее по всему массиву ($0,69 \pm 0,03$ балла) превышает наименьшее в 1,89 раза или на 0,61 балла. Максимум содержания крахмала, в лубяном слое (см. рис. 7) отмечен у дере-

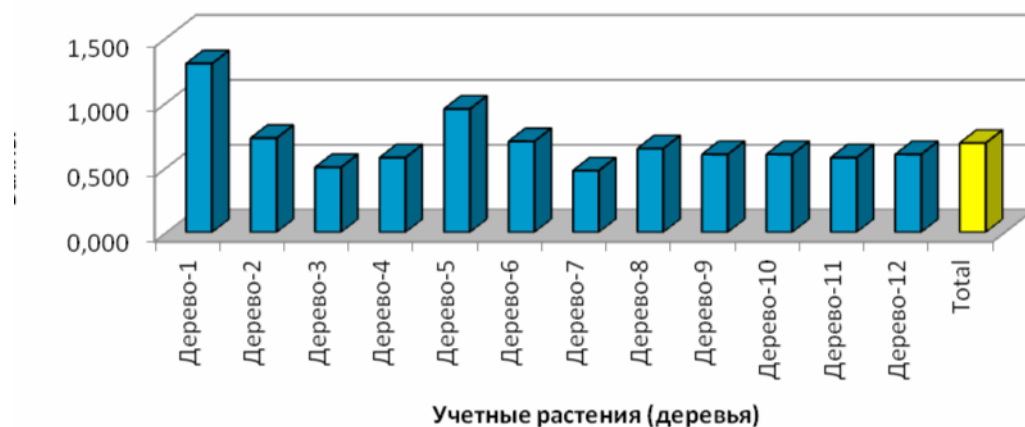


Рисунок 6 -Содержание крахмала в клетках камбия годичного побега



Рисунок 7 — Содержание крахмала в клетках луба годичного побега

ва-8 ($4,20 \pm 0,25$ балла), он превышает обобщенное среднее по выборке в 1,36 раза или на 1,13 балла, а минимум у дерева-5 ($1,48 \pm 0,33$ балла), что в 0,48 раза или на 1,60 балла меньше варианта «Total» ($3,07 \pm 0,09$ балла). Минимальное содержание крахмала выявлено в живых клетках грубой коры побега (см. рис. 8).

Поскольку в рассматриваемом выше опыте использованы растения, размещенные в границах одного участка на выровненном экологическом фоне, при прочих равных условиях произрастания, возникают основания признать физиологические особенности различными между ними, как наследственно обусловленные. Дисперсионный анализ, выполненный по однофакторной схеме, подтвердил предположение, обнаружив наличие существенных различий между ними (табл. 1). Величины, полученные опытным путем оценок F-критерия (опытного критерия Фишера), которые превысили соответствующие табличные значения во всех учетных зонах показывают различия в учетных зонах. В оценках по алгоритму Плохинского наиболь-

шие величины получены по зоне периферийной сердцевины годичных побегов: эффект достаточно велик и достигал $58,17 \pm 2,02$ %. Наименьшая оценка при её подтвержденной статистической достоверности получена по содержанию крахмала в клетках камбия: она равна $21,53 \pm 3,79$ %. Остальные — принимали значения от $23,06 \pm 3,71$ % (сердцевина) до $47,58 \pm 2,53$ % (ксилема). Расчеты по алгоритму Снедекора дали вполне сопоставимый результат. Полученный материал свидетельствует о различиях исследованных особей в способности накапливать к определенному этапу вегетационного периода то или иное количество крахмала в своих тканях. Это обуславливает неодинаковые ресурсы адаптации представителей рассматриваемых видов к сложившимся в регионе природным условиям и, как следствие, различный потенциал их интродукции в Нижегородскую область. В рамках анализируемого дисперсионного комплекса влияние наследственной специфики особей чаще приближалось к 20 % от общего эффекта всех факторов, выступающих источниками фенотипической дисперсии.

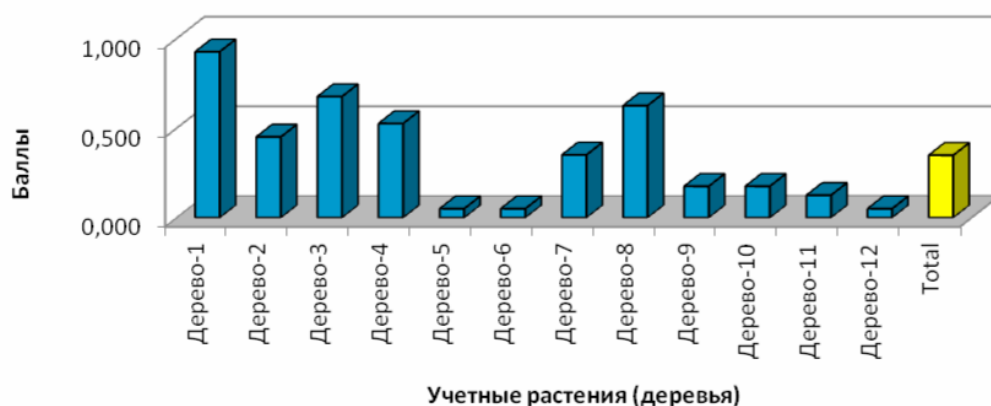


Рисунок 8 — Содержание крахмала в клетках грубой коры годичного побега

Таблица 1

Существенность различий между учетными деревьями ясеня обыкновенного по содержанию крахмала в тканях годичных побегов¹

Ткани побега	F-критерий	Алгоритм Плохинского Н. А. ($h^2_{\pm sh}$, 2)		Алгоритм Снедекора Дж.У. ($h^2_{\pm sh}$, 2)		Существенная разность	
		h^2	$\pm m_{h^2}$	h^2	$\pm m_{h^2}$	HCP_{05}	D_{05}
Сердцевина	6,21	0,2306	0,0371	0,2068	0,0383	0,213	0,353
Периферийная сердцевина	28,82	0,5817	0,0202	0,5818	0,0202	0,573	0,951
Сердцевинные лучи ксилемы	10,11	0,3278	0,0324	0,3129	0,0332	0,535	0,889
Ксилема	18,81	0,4758	0,0253	0,4711	0,0255	0,362	0,600
Заболонь	12,66	0,3791	0,0300	0,3682	0,0305	0,569	0,944
Камбий	5,69	0,2153	0,0379	0,1899	0,0391	0,266	0,441
Луб	11,50	0,3569	0,0310	0,3444	0,0316	0,675	1,121
Грубая кора	10,96	0,3458	0,0316	0,3324	0,0322	0,248	0,412

¹Обозначения: F-критерий — опытный критерий Фишера ($F_{05/01} = 1,92/2,50$); $h^2_{\pm sh}$ — показатель силы влияния фактора и ошибка силы влияния фактора; HCP_{05} — наименьшая существенная разность; D_{05} — критерий Тьюки на 5-процентном уровне значимости.

Данные обстоятельства необходимо учитывать при обосновании ассортимента испытательных объектов, защитных насаждений и объектов озеленения с участием ясеня обыкновенного.

Заключение. Статистические оценки содержания и количественного баланса запасных веществ в тканях побегов вскрыли неоднородный характер соотношения между учетными деревьями ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) по присутствию крахмала в тканях годичных побегов, что свидетельствует о наличии внутривидовой индивидуальной изменчивости в их физиологическом

состоянии. Отмеченная фенотипическая неоднородность задействованных в опыте растений проявилась при их размещении в границах одного участка на выровненном экологическом фоне, при прочих равных условиях произрастания. Тогда, возникают основания признать физиологические особенности каждого из учетных деревьев, как наследственно обусловленные различия между ними. Дисперсионный анализ, выполненный по однофакторной схеме, подтвердил данное предположение, обнаружив наличие существенных различий между сравниваемыми объектами по всем признакам.

Список литературы

1. 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
2. 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

3. 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
4. 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
5. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Селекционная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной методами многомерного анализа // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — № 2/326. — 2012. — С. 58–64.
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Образование и лигнификация ксилемы плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2013. — № 2 / 332. — С. 45–52.
7. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Наследственная обусловленность видоспецифичности тополей по содержанию крахмала в тканях // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2021. Т. 25, № 1. — С. 22–31. DOI: 10.18698/2542–1468–2021–1–22–31
8. 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
9. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Клишина Л. И., Храмова О. Ю., Быченкова Т. Н., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Пигментный состав хвои семян сосны обыкновенной с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии — 2014. — Т. 4. — С. 36–51.
10. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Яханова Е. А., Горелова З. В., Соколова А. А., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А., Шабалина М. В. Развитие ксилемы и лигнификация её клеток у семян сосны с открытой и закрытой корневой системой // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2014. — Т. 4. — С. 25–35.
11. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 21–33.
12. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Специфика содержания крахмала в тканях побегов разных видов тополей // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 2 (26). — С. 23–34.
13. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Состояние и перспективы использования представителей рода тополь (*Populus L.*) в городских посадках в России, Беларуси и Казахстане // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 93–100.
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 международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2007 г. Вып. 17. — Брянск: БГИТА, 2007. — С. 13–16.
15. Бессчетнова Н. Н. Скорость сезонного роста ксилемы в годичных побегах клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2008- № 2 (59). — 2008. — С. 4–10.
16. Бессчетнова Н. Н. Содержание основных пигментов в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2010. № 6 (75). — С. 4–10.
17. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала в побегах // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2010. — № 2 (9). — С. 49–55.
18. Бессчетнова Н. Н. Содержание водорастворимых сахаров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Актуальные проблемы лесного комплекса. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции, г. Брянск, 2011. Выпуск 28. — Брянск: БГИТА, 2011. — С. 15–19.
19. Бессчетнова Н. Н. К методике определения периода критического обезвоживания хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2011. — № 2 (12). — С. 3–12.
20. Бессчетнова Н. Н. Сравнительная оценка клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной по темпам водопотери хвои // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса) — 2011. — № 3 (79). — С. 36–40.
21. Бессчетнова Н. Н. Пигментный состав хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов // Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии: Сборник научных статей. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2011. — № 1 (1). — С. 56–65.
22. Бессчетнова Н. Н. Содержание сухого вещества в хвое клонов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Н. Н. Бессчетнова // Лесной вестник / Forestry bulletin (Вестник Московского государственного университета леса). — 2011. — № 5 (81). — С. 15–19.
23. Бессчетнова Н. Н. Корреляция показателей баланса воды и содержания сухого вещества в хвое плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2012. — № 1 (15). — С. 28–36.
24. Бессчетнова Н. Н. Содержание жиров в клетках побегов плюсовых деревьев сосны обыкновенной // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2012. — № 4/328. — С. 48–55.

25. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны по степени развития ксилемы // Вестник Саратовского государственного агроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2012. — № 07. — С. 9–14.
26. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.
27. Бессчетнова Н. Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2013. — № 07. — С. 11–15.
28. Бессчетнова Н. Н. Генотипическая неидентичность плюсовых деревьев сосны обыкновенной по содержанию крахмала // Известия Оренбургского аграрного университета. — 2013. — № 4 (42). — С. 20–23.
29. Бессчетнова Н. Н. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Эффективность отбора плюсовых деревьев. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — 464 с.
30. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Монография. — Нижний Новгород: Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, 2014. — 368 с.
31. 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. Сб. науч. статей / отв. ред. Э. А. Курбанов. Йошкар-Ола: Поволжский гос. технологический университет, 2016. — С. 132–141.
32. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Индекс генотипического несходства плюсовых деревьев как критерий их совместимости на лесосеменных плантациях // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сб. науч. тр. по итогам межд. науч.-тех. конф.: г. Брянск, 2016 г. Выпуск 44. — Брянск: БГИТУ, 2016. — С. 13–16.
33. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — Вып. 232. — С. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104
34. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Вышегородцев А. В., Широков А. И., 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 Межд. науч.-тех. конф. Екатеринбург, 2–4 февраля 2021 г. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2021. — С. 55–59.
35. 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
36. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Котынова М. Ю. Сезонный характер содержания пигментов в хвое декоративных форм и сортов туи западной в условиях Нижегородской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. — 2022. — № 3. — С. 38–58. DOI 10.21178/2079-6080.2022.3.38
37. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Орнатский А. Н., Щербаков А. Ю. Корреляция показателей пигментного состава хвои ели европейской в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. — 2022. — Т. XXXX, № 1. — С. 9–17
38. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Черных В. Л. Генотипическое несходство плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по физиологическому состоянию побегов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. — 2015. — № 4 (28). — С. 35–49.
39. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Щербаков А. Ю. Пигментный состав хвои ели европейской (*Picea abies*) в географических культурах // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 161–166.
40. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Дифференциация пылезадерживающей способности кроны тополей // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2021. — № 5. — С. 48–64. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-5-48-64
41. Бессчетнова Н. Н., Есичева Н. А. Оценка фотосинтетической способности хвои клонов плюсовых деревьев сосны лапландской (*Pinus silvestris* L. Subsp. *Larponica* Fries.) в условиях Нижегородской области // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Межд. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Бессчетновой Н. Н. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 123–131.
42. 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.
43. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н. Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) при интродукции // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК. Матер. Всерос. конф. молодых ученых, посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА: Нижний Новгород, 15 декабря 2015 г. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — С. 14–18.

44. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Содержание жиров в тканях побегов лиственницы сибирской в условиях интродукции в Нижегородскую область // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 180–190.
45. 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.
46. 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
47. 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.
48. Кентбаева Б. А., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Кентбаев Е. Ж. Сравнительная оценка зимней транспирации хвойных видов г. Алматы // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 4 (32). — С. 32–40.
49. 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.
50. 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.
51. 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
52. Мамаев С. А. О проблемах и методах внутривидовой систематики растений. II. Амплитуда изменчивости // Закономерности формообразования и дифференциации вида у древесных растений: Труды Института экологии растений и животных. Свердловск: — Урал. фил. АН СССР, 1969. — Вып. 64. — С. 3–38.
53. Мартынова Н. В. Корреляция содержания крахмала в тканях побегов представителя семейства Маслиновые бирючина обыкновенная (*Ligustrum vulgare*, L.) // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии: материалы международной научно-практической конференции, (Нижний Новгород, 26 сентября 2019 года) / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 200–207.
54. Мартынова Н. В. Сравнительная оценка содержания крахмала в клетках тканей годичных побегов бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare* L.) // Актуальные проблемы развития лесного комплекса. Материалы XIX Международной научно-технической конференции: г. Вологда, 07 декабря 2021 года / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. — С. 210–214.
55. Мартынова, Н. В. Вододерживающая способность листьев у некоторых представителей семейства Маслиновые (*Oleaceae*, L.) на территории Нижнего Новгорода / Н. В. Мартынова // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса: материалы XIII Международной научно-технической конференции, Екатеринбург, 02–04 февраля 2021 года. — Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2021. — С. 184–187.
56. Мартынова, Н. В. Морфометрическая корреляция плодов и семян бирючины обыкновенной (*Ligustrum vulgare* L.) / Н. В. Мартынова // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2021. — № 4(32). — С. 57–68.
57. Мартынова, Н. В. Морфометрические признаки плодов и семян бирючины обыкновенной интродуцированной в Нижегородскую область // Роль аграрной науки в развитии лесного и сельского хозяйства Дальнего востока: Материалы V Международной научно-практической конференции. В 3-х частях, Уссурийск, 06–07 декабря 2021 года / Отв. ред. И. И. Бородин. — Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2021. — С. 171–181.
58. 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 // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2022. — № 4. — С. 39–51. DOI: 10.37482/0536–1036–2022–4–39–51
59. Khranov R., Martynova N., Besschetnova N., Besschetnov V., Luponosov Y. 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. 01017.1–01017.7. DOI: 10.1051/bioconf/20224201017
60. Martynova N. & Besschetnova N. & Besschetnov V. & Martynov R. 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

МАРТЫНОВА Наталья Валерьевна — старший преподаватель кафедры лесной таксации и лесостроительства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. Область научных интересов — биология, интродукция, размножение и технологии производства посадочного материала деревьев и кустарников, автор 19 научных статей. E-mail: martynova-natasha94@yandex.ru

МАРТЫНОВ Руслан Валерьевич — магистрант 2 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. Область научных интересов — биология, морфология, и технологии производства посадочного материала деревьев и кустарников, автор 5 научных статей. E-mail: mart.ruslan152@mail.ru

ASSESSMENT OF STARCH CONTENT IN THE TISSUES OF ANNUAL SHOOTS OF COMMON ASH IN CONDITIONS NIZHNY NOVGOROD

N. V. Martynova, R. V. Martynov

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Annotation. A comparative assessment of the accumulated starch reserve substance in annual shoots of common ash is given. Statistical and variance analyses were performed according to generally accepted methods. The assessment of the content of spare substances on the cross-section of the shoot was given separately for each accounting zone. The objects of the study were ordinary plantings placed on the territory of the nature monument of regional (regional) significance Raspberry Ridge. The recorded results showed the maximum values, according to the generalized average, in the zone of the core rays of 3.46 ± 0.07 points and in the bast layer of 3.07 ± 0.09 points. Statistical estimates of the content and quantitative balance of spare substances in the tissues of shoots revealed the heterogeneous nature of the ratio between the accounting trees of common ash (*Fraxinus excelsior* L.) by the presence of starch in the tissues of annual shoots, which indicates the presence of intraspecific individual variability in their physiological state. The noted phenotypic heterogeneity of the plants involved in the experiment was manifested when they were placed within the boundaries of one site on a leveled ecological background, other things being equal, growing conditions. Then, there are grounds to recognize the physiological characteristics of each of the accounting trees as hereditary differences between them. The analysis of variance performed according to a one-factor scheme confirmed this assumption, revealing the presence of significant differences between the compared objects across the entire complex of analyzed features.

Keywords: common ash, annual shoots, starch, histochemistry

РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ МАГОНИИ ПАДУБОЛИСТНОЙ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В НИЖЕГОРОДСКУЮ ОБЛАСТЬ

А. А. Маякова, Вышегородцев А. В., Р. А. Цуркан

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В числе перспективных для интродукции в Волго-Вятском районе и в Центральной части России видов можно считать магонию падуболистную (*Mahonia aquifolia* (Pursh) Nutt). Цель работы — выявить результативность семенного размножения магонии падуболистной при интродукции в условия Нижегородской области. Объектами исследования выступили однолетние сеянцы магонии падуболистной, произрастающей в условиях г. Нижнего Новгорода. Опытный участок имеет географические координаты — 56°14'32.7''N 43°57'20.7''E, а его высота над уровнем моря составляет 178 м. Он дислоцирован в третьей лесорастительной зоне (зоне хвойно-широколиственных лесов) и входит в район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации. Предмет исследования — уровень развития однолетних сеянцев магонии падуболистной, выращиваемых без стратификации семян. Сеянцы, выращенные из семян, заготовленных с учетных растений магонии падуболистной, имеющих семенное происхождение, различались по величине средних значений признаков сравниваемых между собой вариантов опыта. Наибольший показатель ($7,00 \pm 0,26$ мм) учетного растения № 1 на 3,13 мм или в 1,8 раза превосходил соответствующий минимум ($3,87 \pm 0,23$ мм), установленный у учетного растения № 6. Поскольку все опытные растения произрастали в границах единого участка, с одинаковыми экологическими условиями, можно сделать вывод о том, что сеянцы испытываемых материнских растений магонии падуболистной различаются величиной средних показателей высоты надземной части, диаметра корневой шейки и по ряду других признаков, характеризующих их темпы роста.

Ключевые слова: магония падуболистная, интродукция, сеянцы, морфометрические показатели, высота надземной части, диаметр корневой шейки, площадь поперечного сечения.

Введение. Интродукция растений традиционно понимается как целенаправленная деятельность человека по введению в культуру новых видов, форм и сортов путем разведения их за пределами естественного ареала или продвижения сортов в новые районы. Правильная интерпретация результатов интродукции растений, адекватная оценка уровня устойчивости перемещаемых в новые условия видов имеет большую практическую значимость. В числе перспективных для интродукции в Волго-Вятском районе и в Центральной части Российской Федерации видов можно считать

магонию падуболистную (*Mahonia aquifolia* (Pursh) Nutt). Она идеально подходит для создания в условиях города Нижнего Новгорода различных объектов озеленения, в том числе живых изгородей живых изгородей (рис. 1).

Этот вид также вызывает повышенный интерес у исследователей при введении в культуру, прежде всего, как многолетнее вечнозеленое растение с необыкновенно декоративными свойствами, представляющее собой, помимо прочего, ягодный кустарник (рис. 2), пригодный для плантационного разведения.



Рисунок 1 — Цветение магонии падуболистной на территории дендрологического парка Нижегородской ГСХА, май 2021 года



a)



б)

Рисунок 2. Магония падуболистная в период плодоношения: а) фаза формирования плодов; б) фаза созревания плодов

Учитывая, что достичь успеха в работе с экзотами можно только на платформе глубокого и всестороннего изучения их признаков и свойств, кафедра лесных культур Нижегородской ГСХА активно реализует программы исследования большого числа видов хвойных [7,8,25,27,28,37,44] и лиственных [1–5,11–13] деревьев [13,30–35,40–43,47] и кустарников [8,36,39,46]. В сферу научных интересов вовлечены биология [11,12] и экологические реакции [3–5,6,37], физиологические особенности [6,7,18,24,30,31,34,35] и пигментный состав листового аппарата [5,19,23,26,32,33,41], вопросы их семенного [22,49], и вегетативного [10,28,38,39,42,45,46,48,50] размножения.

Цель работы — выявить результативность семенного размножения магонии падуболистной при интродукции в условия Нижегородской области.

Объекты, условия и методы. Объектами исследования выступили однолетние сеянцы магонии падуболистной, произрастающей в условиях г. Нижнего Новгорода. Опытный участок имеет географические координаты — 56°14'32.7»N 43°57'20.7»E, а его высота над уровнем моря составляет 178 м. Согласно действующей системе районирования он дислоцирован в третьей лесорастительной зоне (зоне хвойно-широколиственных лесов) и входит в район хвойно-широколиственных (смешанных) лесов европейской части Российской Федерации. Здесь широко распространены серые лесные, а также дерново-подзолистые и подзолистые почвы [9], а климат характеризуется как относительно влажный с умеренно теплым и влажным летом и умеренно суровой снежной зимой. Указанные условия местообитания вполне благоприятны для успешного роста и стабильного развития большинства видов деревьев и кустарников средних широт.

Работы проведены полевым стационарным методом, и в методологическом плане базируются на соблюдении принципа единственного логического различия и важнейших требований к организации опыта — типичности, пригодности, целесообразности и надежности. В соответствии с таким подходом все учеты проводили одновременно. В выборку включали только нормально развитые растения без видимых повреждений и без признаков заболеваний. Биометрирование сеянцев выполняли с инструментальной фиксацией следующих показателей: высота — линейкой с точностью до 1 мм; диаметр ствола у шейки корня — электронным штангенциркулем (Electronic Digital Caliper — G06064731) с точностью до 0,1 мм. Также путем вычислений определяли площадь поперечного сечения ствола у корневой шейки и отношение высоты надземной части к диаметру корневой шейки. Предмет исследования — уровень развития однолетних сеянцев магонии падуболистной, выращиваемых без стратификации семян. Проведению исследований предшествовало выдвижение рабочих гипотез.

1. Параметры сеянцев магонии падуболистной, выращенных из семян, заготовленных с разных материнских растений, неодинаковы по морфометрическим признакам.

2. Факторы внешней среды оказывают фоновое влияние на формирование фенотипических различий сеянцев по параметрам надземной части.

Помимо показателей непосредственного учета в методическую схему включены производные признаки [14–17]. Такой методологический подход распространен в лесоводственных и биологических исследованиях [20,21,33].

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования позволили установить особенности

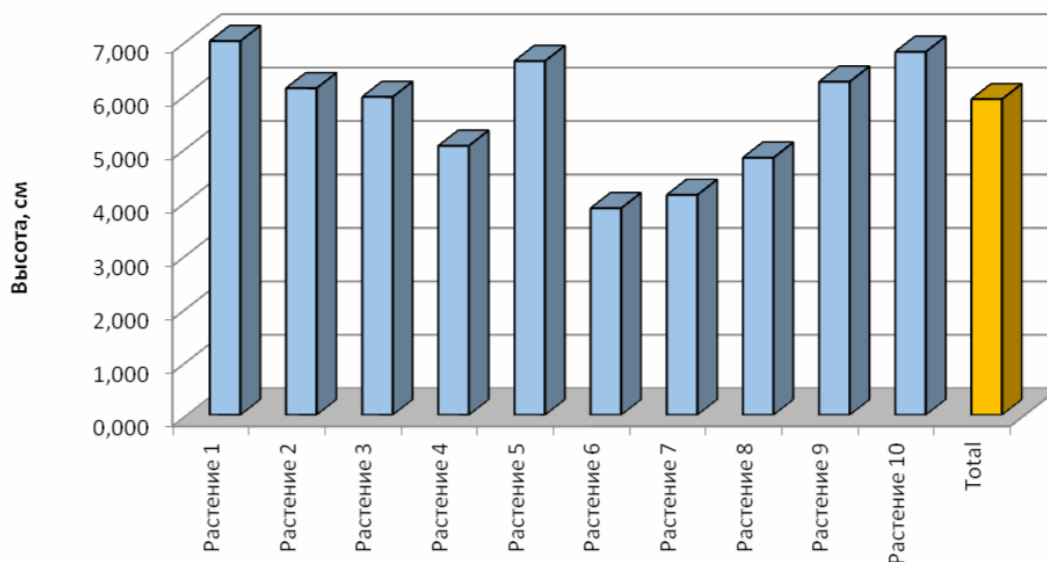


Рисунок 3 — Высота наземной части сеянцев разных учетных растений

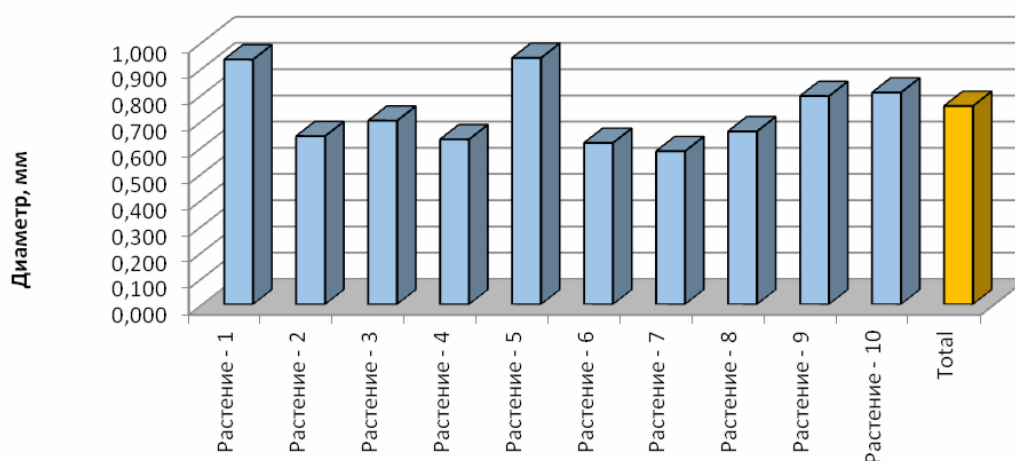


Рисунок 4 — Статистика диаметра корневой шейки учетных растений

индивидуальной изменчивости сеянцев магонии падуболистной по прямым и производным признака, характеризующим ритмы и специфику их развития. Основные статистики сеянцев типичной формы магонии, выращенные по экстенсивной технологии (открытый грунт без внесения удобрений) представлены на рисунках 3–6.

Как видно на рисунке 1, сеянцы, выращенные из семян, заготовленных с учетных растений магонии падуболистной, имеющих семенное происхождение, различались по величине средних значений сравниваемых между собой вариантов опыта. В частности, наибольший показатель ($7,00 \pm 0,26$ мм) учетного растения № 1 на 3,13 мм или в 1,8 раза превосходил соответствующий минимум ($3,87 \pm 0,23$ мм), установленный у учетного растения № 6. Большинство остальных учетных растений имело характеристики, в той или иной степени соответствующие обобщенному для всей

анализируемой совокупности исследуемых объектов среднему значению — $5,91 \pm 0,1$ мм. Статистическая надежность определения средней выборочной совокупности (стандартная ошибка $\pm m$, %) изменяется от 0,15 до 0,46 %. Допустимая точность определения (относительная ошибка) не превысила допустимый предел ± 5 %, что свидетельствует о достаточном объеме выборочной совокупности высоком уровне точности определения признака. Достоверность определения статистического показателя оценивается по t-критерию (критерий достоверности Стьюдента). Во всех случаях t-критерий больше 3. Это говорит о том, что статистические показатели достоверны. Среднеквадратическое отклонение (СКО) изменяется от 0,92 до 2,17 см.

По диаметру корневой шейки соотношение между средними значениями учетных растений в основных чертах сохранилось (см. рис. 4).

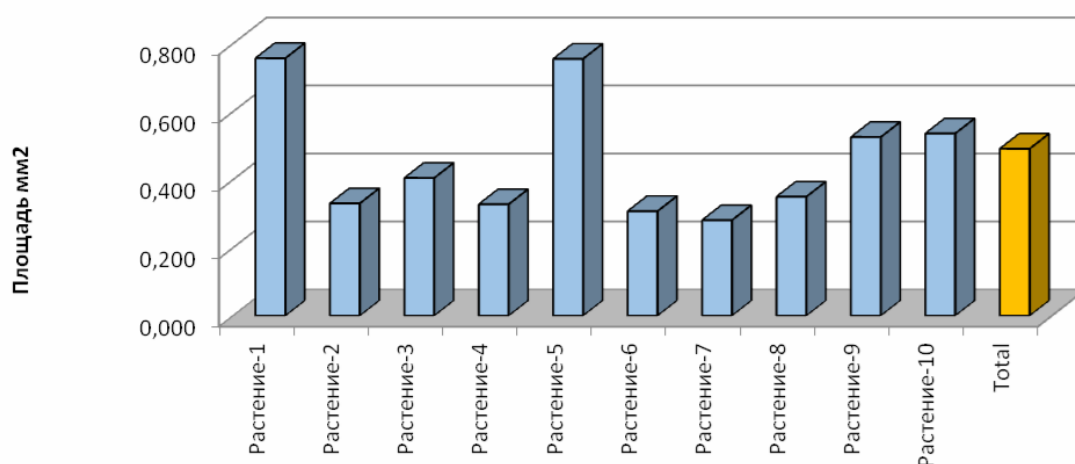


Рисунок 5 — Площадь поперечного сечения ствола у корневой шейки сеянцев

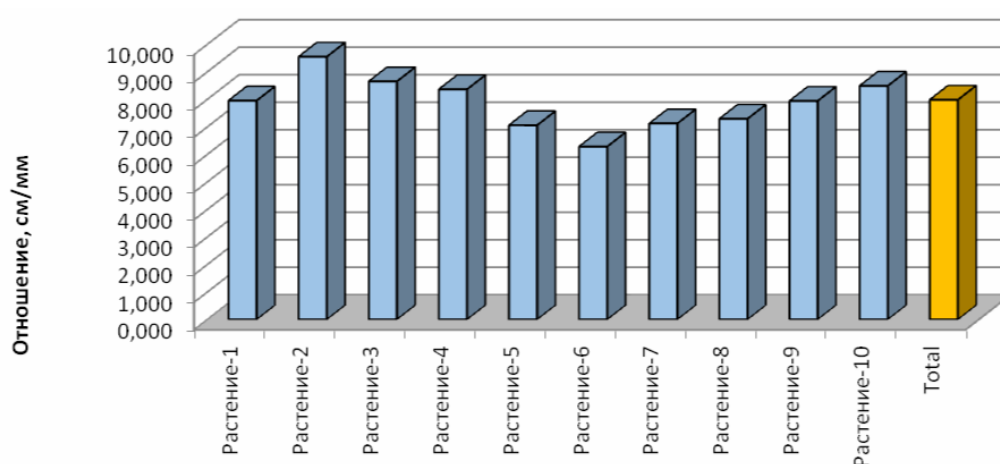


Рисунок 6 — Отношение высоты надземной части к диаметру корневой шейки

В указанном варианте опыта наибольший показатель ($0,93 \pm 0,05$ мм), также зафиксированный у сеянцев учетного растения № 1, на 0,35 мм или в 1,6 раза превысил наименьшую среднюю оценку ($0,58 \pm 0,03$ мм), полученную, как и по высоте наземной части, для сеянцев учетного растения № 7. Основное количество остальных учетных растений в своих показателях опять-таки тяготело к величине обобщенного для всего массива данных среднего значения, которое составило $0,76 \pm 0,01$ мм. Среднеквадратическое отклонение, при этом, изменяется от 0,10 до 0,31 см. Оценка точности определения средней выборочной совокупности (Р,%) изменяется от 3,11 % до 6,54 %, что свидетельствует о вполне достаточном уровне точности в определении указанного признака. Критерий достоверности (t) во всех случаях был больше табличного предела.

Данные о площади поперечного сечения ствола у корневой шейки сеянцев представлены на рисунке 5. Самые высокие показатели площади поперечного сечения имеет также учетное растение № 1 ($0,76 \pm 0,07$ мм²), в то время наименьший по-

казатель у растения № 7 ($0,28 \pm 0,03$ мм²). При этом в сравнениях средних величин ранее отмеченные тенденции в соотношении количественных характеристик сохранились, практически, в неизменном виде ($0,49 \pm 0,02$ мм²).

Средние значения отношения высоты надземной части к диаметру корневой шейки по семенным потомствам учетных растений представлены на рисунке 6.

Наблюдаем, что наибольший показатель отношения высоты надземной части к диаметру корневой шейки ($9,54 \pm 0,21$ см/мм) находится у учетного растения № 2, в то время наименьшее значение составляет ($6,28 \pm 0,27$ см/мм), установленный у учетного растения № 6. Среднее значение по показателю составляет $7,98 \pm 0,10$ см/мм. В целом показатель весьма вариабелен, коэффициент вариации (Cv,%) составил 20,55 %, что соответствует среднему уровню изменчивости по шкале Мамаева.

Все полученные на данном этапе выполнения работы оценки линейных параметров сеянцев маго-

нии падуболистной статистически надежны и достоверны (см. табл. 1–4 приложения А). Подобное утверждение базируется на сравнении расчетных величин t-критерия Стьюдента и относительной ошибки (точности опыта Р, %) с соответствующими минимально допустимыми значениями.

Выводы. Поскольку все опытные растения произрастали в границах единого участка, с одинаковыми экологическими условиями, можно сделать следующие выводы.

1. Сеянцы испытываемых материнских растений магонии падуболистной различаются величиной средних показателей высоты надземной части, диаметра корневой шейки и по ряду других признаков, характеризующих их темпы роста.

2. Темпы роста у сеянцев магонии падуболистной, находящиеся в рядах по краям грядки выше, так как они получают большее количество света, нежели те, которые находятся в центральной части гряды, стоящей из 10 строк.

Список литературы

1. Бабаев Р. Н., Бессчетнова Н. Н. Перспективы лесных культур березы карельской в Российской Федерации и Республике Беларусь // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общей редакцией Бессчетновой Н. Н. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 78–82.
2. 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
3. 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
4. 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
5. 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
6. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов П. В. Наследственная обусловленность видоспецифичности тополей по содержанию крахмала в тканях // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник / Forestry bulletin. — 2021. — Т. 25, № 1. — С. 22–31. DOI: 10.18698/2542–1468–2021–1–22–31
7. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Есичев А. О. Оценка физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) в условиях Нижегородской области // Лесной журнал. — 2018. — № 1. — С. 9–17. DOI: 10.17238/issn0536–1036.2018.1.9
8. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Ханявин А. И., Акулинина М. А. Параметры шишек декоративных форм и сортов туи в условиях Нижегородского Поволжья при интродукции // Аграрная наука — сельскому хозяйству. XVII Международная научно-практическая конференция: г. Барнаул, 9–10 февраля 2022 г. — Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. — С. 323–325.
9. 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. — 2020. — № 2 (26). — С. 34–42.
10. Бессчетнов В. П., Кентбаев Е. Ж. Опыт зеленого черенкования облепихи крушиновидной в условиях юго-востока Казахстана // Известия Высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2018. — № 4. — С. 56–62. DOI: 10.17238/issn0536–1036.2018.4.56
11. Бессчетнов, В. П., Бессчетнова Н. Н. Видоспецифичность тополей по содержанию жиров в тканях побегов // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 3 (27). — С. 21–33.
12. Бессчетнов, В. П., Бессчетнова Н. Н. Специфика содержания крахмала в тканях побегов разных видов тополей // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2020. — № 2 (26). — С. 23–34.
13. Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Состояние и перспективы использования представителей рода тополь (*Populus* L.) в городских посадках в России, Беларуси и Казахстане // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Бессчетновой Н. Н. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 93–100.
14. Бессчетнова Н. Н. Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои // Вестник Марийского государственного технического университета. Серия Лес. Экология. Природопользование. — 2013. — № 1 (17). — С. 5–14.
15. Бессчетнова Н. Н. Индекс неидентичности в селекционной оценке плюсовых деревьев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные, технические, экономические науки. — 2013. — № 07. — С. 11–15.

16. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Индекс генотипического несходства плюсовых деревьев как критерий их совместности на лесосеменных плантациях // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова. Сб. науч. тр. по итогам междунар. науч.-тех. конф.: г. Брянск, 2016 г. Выпуск 44. — Брянск: БГИТУ, 2016. — С. 13–16.
17. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Изменчивость морфометрических признаков хвои на клоновой плантации плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2017. — Том 21, № 2. — С. 198–206. DOI: 10.18699/VJ17.237
18. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Бессчетнов П. В. Содержание и баланс запасных веществ в тканях побегов тополей в Нижегородском Поволжье // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — Вып. 232. — С. 92–104. DOI: 10.21266/2079-4304.2020.232.92-104
19. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Вышегородцев А. В., Широков А. И. 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, 02–04 февраля 2021 г. — Екатеринбург: УГЛТУ, 2021. — С. 55–59.
20. 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: 10.21178/2079-6080.2022.2.18
21. 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
22. 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
23. Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П., Котынова М. Ю. Сезонный характер содержания пигментов в хвое декоративных форм и сортов туи западной в условиях Нижегородской области // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. — 2022. — № 3. — С. 38–58. DOI 10.21178/2079-6080.2022.3.38
24. 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
25. Бессчетнова Н. Н., Есичева Н. А. Оценка фотосинтетической способности хвои клонов плюсовых деревьев сосны лапландской (*Pinus silvestris* L. Subsp. *Lapponica* Fries.) в условиях Нижегородской // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 123–131.
26. Бессчетнова Н. Н., Котынова М. Ю., Кентбаев Е. Ж., Кентбаева Б. А. Пигментный состав хвои туи западной (*Thuja occidentalis* L.) в озеленительных посадках г. Нижнего Новгорода // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Материалы международной научно-практической конференции: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 132–138.
27. Бессчетнова Н. Н., Кулькова А. В. Содержание запасных питательных веществ в клетках тканей годичных побегов представителей рода ель (*Picea* L.) в условиях Нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2019. — № 6 [372]. — С. 52–61. — DOI 10.17238/issn0536-1036.2019.6.52.
28. Бессчетнова Н. Н., Кулькова А. В., Вышегородцев А. В., Широков А. И. Укореняемость черенков тиса канадского (*Taxus canadensis* Marshall) в экологических условиях Нижегородского Поволжья // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. науч.-практ. конф.: Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общ. ред. Н. Н. Бессчетновой. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. С. 139–145.
29. 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 Междунар. научно-технической конференции: Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. Ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ. — 2020. — С. 13–15.
30. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н. Динамика физиологического состояния представителей рода лиственница (*Larix* Mill.) при интродукции // Инновационные разработки молодых ученых в сфере АПК. Матер. Всерос. Конф. молодых ученых, посвящ. 85-летию ФГБОУ ВО Нижегородская ГСХА: г. Нижний Новгород, 15 декабря 2015 г. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2016. — С. 14–18.
31. Есичев А. О., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Содержание жиров в тканях побегов лиственницы сибирской в условиях интродукции в Нижегородскую область // Хвойные бореальной зоны. — 2021. — Т. XXXIX, № 3. — С. 180–190.
32. 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.
33. 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

34. 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. ISSN 2542–1468
35. 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.
36. Кентбаев Е. Ж., Бессчетнов В. П., Кентбаева Б. А., Бессчетнова Н. Н. Облепиха в Казахстане. — Алматы: ТОО Лантар Трейд, 2021. — 321 с. ISBN 978–601–7659–84–4.
37. 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.
38. Котынова М. Ю., Бессчетнов В. П., Регенерационная способность представителей рода туя при укоренении черенков в теплицах // Современное лесное хозяйство — проблемы и перспективы. Материалы Всероссийской научно-практ. конф., посвящ. 50-летию ВНИИЛГИСбиотех: Воронеж, 3–4 декабря 2020 г. — Воронеж: Истоки, 2020. — С. 40–43.
39. Котынова М. Ю., Бессчетнов В. П., Бессчетнова Н. Н. Укоренение черенков декоративных форм туи западной (*Thuja Occidentalis* L.) в теплицах // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XVIII Междунар. науч.-тех. конф.: г. Вологда, 1 декабря 2020 г. / Отв. ред. С. М. Хамитова. — Вологда: ВоГУ, 2020. — С. 147–149.
40. 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
41. 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.
42. Кулькова А. В., Бессчетнова Н. Н., Бессчетнов В. П. Применение стимулирующей обработки в укоренении черенков ели Коники хвои // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. — 2020. — Вып. 232. — С. 79–91. DOI: 10.21266/2079–4304.2020.232.79–91
43. 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
44. Леонтьев И. Ф., Бессчетнова Н. Н. Интродукция псевдотсуги Мензиса (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) в правобережье Волги на территории Нижегородской // Экономические аспекты развития АПК и лесного хозяйства. Лесное хозяйство Союзного государства России и Белоруссии. Матер. Междунар. науч.-практ. конф.: г. Нижний Новгород, 26 сентября 2019 г. / под общей редакцией Н. Н. Бессчетновой — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2019. — С. 193–199.
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 Межрегион. Науч.-практ. конф. (с междунар. участием): 23–24 сентября 2021 г. / под ред. А. Н. Лукьянова. — Барнаул: Издательство Алтайского университета, 2021. — С. 77–81.
46. Оганян Т. А., Бессчетнов В. П. Эффективность черенкования видов из рода можжевельник в защищенном грунте // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общ. ред. Е. А. Памфилова: Сборник научных трудов по итогам междунар. научно-практической конф.: г. Брянск, 1–30 ноября 2020 г. — Брянск: БГИТУ. — 2020. — Выпуск 58. — С. 120–124.
47. Улитин М. М., Бессчетнов В. П., Сравнительная оценка таксационных показателей лесных культур лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) при интродукции в Нижегородской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2020. — № 6. — С. 33–41. DOI: 10.37482/0536–1036–2020–6–33–41
48. Khranov R., Martynova N., Besschetnova N., Besschetnov V., Luponosov Y. 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. Vol. 42. Article Number 01017. Is. 7. Pp. 01017.1–01017.7. 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 // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал [Lesnoy Zhurnal = Russian Forestry Journal]. 2022. № 4. Pp. 39–51. DOI: 10.37482/0536–1036–2022–4–39–51
50. Martynova N. & Besschetnova N. & Besschetnov V. & Martynov R. 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]. Vol. 875. Article number 012081. Pp. 1–8. DOI: 10.1088/1755–1315/875/1/012081

МАЯКОВА Анна Андреевна — магистрант 1 курса факультета лесного хозяйства Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов — интродукция и биологические особенности древесных и кустарниковых растений, технологические аспекты их семенного и вегетативного размножения. E-mail: mayakova17@gmail.com

ВЫШЕГОРОДЦЕВ Алексей Владимирович — аспирант кафедры лесных культур, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов — интродукция и биологические особенности древесных и кустарниковых растений, технологические аспекты их семенного и вегетативного размножения, автор 4 научных публикаций, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4505-876X>. E-mail: aseptis.lv@gmail.com

ЦУРКАН Руслан Александрович — бакалавр 2 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов — интродукция и биологические особенности древесных и кустарниковых растений, технологические аспекты их семенного и вегетативного размножения. E-mail: rusyatsurkan@mail.ru

GROWTH AND DEVELOPMENT OF SEEDLINGS OF HOLLY-LEAVED MAGONIA DURING INTRODUCTION TO THE NIZHNY NOVGOROD REGION

A. A. Mayakova, A. V. Vyshegorodtsev, R. A. Tsurkan
Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Russia, Nizhny Novgorod,

Annotation. Among the species that are promising for introduction in the Volga-Vyatka region and in the Central part of Russia, we can consider Magonia holly (*Mahonia aquifolia* (Pursh) Nutt). The purpose of the work is to identify the effectiveness of seed propagation of holly magonia during introduction into the conditions of the Nizhny Novgorod region. The objects of the study were annual seedlings of holly-leaved magonia growing in the conditions of Nizhny Novgorod. The experimental site has geographical coordinates — 56°14'32.7»N 43°57'20.7»E, and its height above sea level is 178 m. It is located in the third forest-growing zone (zone of coniferous-deciduous forests) and is part of the coniferous-deciduous (mixed) forests of the European part of the Russian Federation. The subject of the study is the level of development of annual seedlings of Magonia holly, grown without stratification of seeds. Seedlings grown from seeds harvested from the accounting plants of magonia holly, having a seed origin, differed in the magnitude of the average values of the signs of the compared variants of the experiment. The highest indicator (7.00 ± 0.26 mm) of the reference plant No. 1 was 3.13 mm or 1.8 times higher than the corresponding minimum (3.87 ± 0.23 mm) established for the reference plant No. 6. Since all experimental plants grew within the boundaries of a single plot, with the same environmental conditions, it can be concluded that the seedlings of the tested the mother plants of magonia holly differ in the magnitude of the average height of the aboveground part, the diameter of the root neck and a number of other signs characterizing their growth rates.

Keywords: holly-leaved magonia, introduction, seedlings, morphometric indicators, height of the aboveground part, diameter of the root neck, cross-sectional area.

ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ КАЧЕСТВА СТВОЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ПРИБОРОМ РЕЗИСТОГРАФ

О. Н. Тюкавина

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова,
Архангельск, Россия

Аннотация. Для оценки качества стволовой древесины растущих деревьев применяют устройство «Резистограф». Целью исследования являлось выявление влияния длины канала просверливания на величину сопротивления сверлению стволовой древесины сосны. Прибором Резистограф проводили сверление стволов на высоте 1,3 м сначала с северной стороны, повторно с южной. Затем вблизи от отверстия возрастным буром добывали керн. Сопоставляли однородные участки древесины по уровню Resi при сверлении с северной и южной стороны. Глубина сверления буровой иглы оказывает влияние на значения сопротивления сверлению древесины, в связи с чем необходимо введение поправок. Отклонения в сопротивлении сверлению древесины с увеличением глубины сверления буровой иглы могут достигать 20 Resi. Для избежания погрешностей в связи с плавным повышением мощности микросверления в начале работы устройства «Резистограф» необходимо использование дощечки-«прокладки».

Ключевые слова: резистограф, сосна, древесина, ствол, сопротивление сверлению.

Введение. В связи с истощением лесосырьевой базы необходимо рациональное использование древесины. Рациональное использование древесного сырья возможно через дифференцированный подход. При этом важна оценка качества стволовой древесины растущих деревьев. Для оценки внутреннего состояния ствола широко применяются акустическая томография, метод сопротивления сверлению. Если для оценки наличия деструкции достаточно наглядного изображения томограмм и резистограмм, то для оценки качества древесины в спектре технических характеристик необходима интерпретация результатов приборов. Частичная интерпретация результатов устройства Арботом проведена [7]. Устройство Резистограф применяется для оценки состояния стволовой древесины как растущих деревьев [1,2,4,5,6], так и древесного сырья [3,9,11]. Значения сопротивления сверлению зависят от плотности [3, 9, 12] и влажности древесины [11]. Основным рабочим элементом резистографа является тонкое сверло диаметром 1,5 мм из специальной эластичной стали. При сверлении возникает сопротивление бурению, подачи сверла (крутящий момент), трению между поверхностью сверла, стружкой и поверхностью резания [8]. Согласно М. Ф. Лаврову [3] значения Resi возрастают по мере увеличения длины канала просверливания. Для лиственницы М. Ф. Лавров описал данную погрешность линейным уравнением связи. Следовательно, для того чтобы интерпретировать результаты резистографа путем оценки для соответствующих участков древесины плотности, влажности, прочности необходимо выравнивание резистограммы посредством учета погрешности.

Цель исследования — выявление влияния длины канала просверливания на величину сопротивления сверлению древесины.

Объекты, условия и методы. Исследования проводили в чистых сосняках с небольшой примесью березы и ели. Сосняк черничный находится в Архангельском лесничестве. Состав древостоя 8С2Е+Б. Средняя высота составляет 22 м, средний диаметр 24 см. Возраст насаждения 110 лет. Относительная полнота древостоя 0,57. Прибором Резистограф проводили сверление стволов на высоте 1,3 м сначала с северной стороны, повторно с южной. Затем вблизи от отверстия высверливали керн. Сопоставляли однородные участки древесины по уровню Resi при сверлении с северной и южной стороны. Resi — абстрактная единица измерения сопротивления древесины сверлению, формируемая программой Desom устройства Резистограф. Таким образом проанализировано 10 деревьев.

Результаты и обсуждение. При анализе томограммы ствола растущего дерева стоит обратить внимание на зоны (рис. 1). Сначала при сверлении сопротивление равно 0 Resi, но может быть и больше нуля, если в сопло иглы набились опилки. Это зона холостого хода. Далее кора — уровень сопротивления сверлению повышается. Зона падения сопротивления сверлению после коры указывает на камбий и далее идет древесина. В зоне деструкции (см. рис. 1) можно наблюдать, что гниль распространяется участками, по группам годовичных колец.

У здорового дерева сосны в среднем уровень сопротивления сверлению находится в диапазоне от 40 до 80 Resi (рис. 2), что соответствует ра-

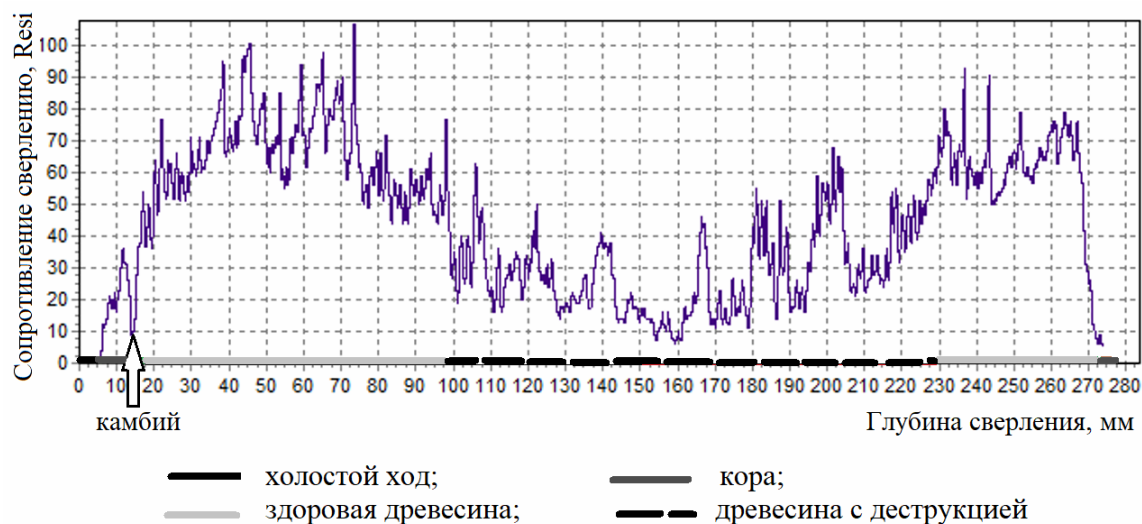


Рисунок 1 — Резистограмма ствола сосны с деформацией

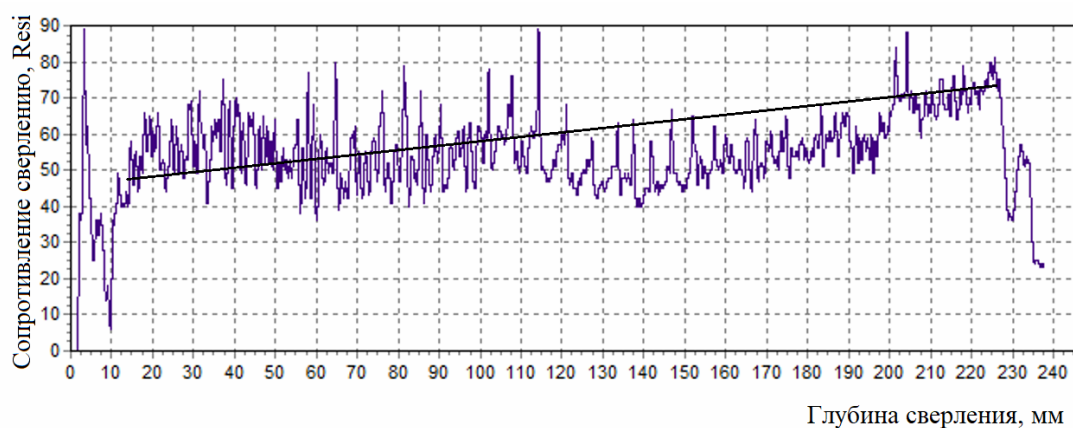


Рисунок 2 — Резистограмма ствола здоровой сосны

диальному приросту от 2 до 0,8 мм. На рисунке представлена резистограмма при засверливании с севера на юг.

Можно отметить тенденцию к увеличению сопротивления сверлению с большим заглублением буровой иглы. Для фиксирования усиления сопротивления сверлению древесины с глубиной брали резистограммы с северной и южной стороны. Находили среднее значение Resi для каждого пятимиллиметрового кусочка древесины при сверлении с севера и с юга, далее сопоставляли их и усредняли значения, находили отклонения от среднего (рис. 3). Согласно графику первые 20 % диаметра ствола характеризуются ростом сопротивления сверлению. Данный показатель ниже усредненного между северной и южной томограммой. Далее на 60 % диаметра ствола отклонение от усредненного значения сопротивления сверлению между северной и южной томограммой минимальное. Следующий этап роста данного показателя с превышением усредненного значения отмечается на последних 20 % диаметра ствола. В результа-

те отклонения в сопротивлении сверлению древесины на всем протяжении поперечного сечения ствола могут достигать 20 Resi. Следовательно, необходимо вносить поправку для устранения возникающей систематической ошибки измерений с увеличением длины канала просверливания. Согласно В. Ю. Чернову [10] вначале сверления до глубины 5–15 мм происходит плавное повышение мощности на микросверления относительно общего тренда, что обусловлено «облегченным» выходом стружки из отверстия и постепенным увеличением сил трения сверла о стенки отверстия и стружку. Для того, чтобы мощность сверления стабилизировалась при достижении буровой иглы образца В. Ю. Чернов рекомендует вплотную к образцу устанавливать дополнительный образец древесины — «прокладку».

При исследовании качества стволовой древесины растущего дерева в указанный диапазон попадает кора. Несмотря на это на 1 и 2 рисунке можно отметить, что перепад сопротивления сверлению между древесиной и камбием более резкий в конце томо-



Рисунок 3 — Отклонения значений сопротивления сверлению древесины от среднего при засверливании с северной и южной стороны

граммы по сравнению с началом. Следовательно, для избежания данной погрешности при сопоставлении сопротивления сверлению древесины ее качественным характеристикам (радиальному приросту, плотности, влажности) желательно устанавливать перед началом работы дощечку-«прокладку».

Заключение. Глубина сверления буровой иглы оказывает влияние на значения сопротивления

сверлению древесины, в связи с чем необходимо введение поправок. Отклонения в сопротивлении сверлению древесины с увеличением глубины сверления буровой иглы могут достигать 20 Resi. Для избежания погрешностей в связи с плавным повышением мощности микросверления в начале работы устройства Резистограф необходимо использование дощечки-«прокладки».

Список литературы

1. Авраменко А. А. Исследование внутреннего состояния и структуры древесины с использованием прибора Резистограф R650-SC // Вопросы криминологии, криминалистики и судебной экспертизы. — 2021. — № 1 (49). — С. 177–180.
2. Кулакова С. А. Инструментальная диагностика деревьев уличного озеленения (на примере липы сердцелистной (*Tilia cordata*)) // Антропогенная трансформация природной среды. — 2018. — № 4. — С. 224–227.
3. Лавров М. Ф. Совершенствование метода оценки качества древесины лиственницы, произрастающей в климатических условиях Якутии: автореф. дис. ... к. техн. наук / М. Ф. Лавров. — Якутск, 2022. — 16 с.
4. Осинцева Л. Ю. Инструментальная диагностика зеленых насаждений Дзержинского района г. Перми // Антропогенная трансформация природной среды. — 2017. — № 3 (27). — С. 136–142.
5. Позняк С. С., Хох А. Н. Диагностика внутреннего состояния деревьев на наличие скрытых гнилей с использованием показателей сопротивления при сверлении древесины // Сахаровские чтения 2020 года: экологические проблемы XXI века. Материалы 20-й международной научной конференции, в двух частях. — Минск, 2020. — С. 280–284.
6. Сиволапов В. А., Кулаков Е. Е., Сиволапов А. И. Диагностика жизнеспособности регенерантов сорта топол сереющего хоперский 1 и экотип лиственницы с помощью прибора RESISTOGRAPH // Цифровые технологии в лесной отрасли. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. — Воронеж, 2022. — С. 86–91.
7. Тюкавина О. Н. Биолого-экологические закономерности продукционного процесса сосны обыкновенной в естественных и антропогенно трансформированных насаждениях: дис. ... д.с.-х. наук / О. Н. Тюкавина. — Архангельск, 2022. — 371 с.
8. Хох А. Н., Авраменко А. А. Использование современных инструментальных методов при проведении судебно-ботанических экспертиз // Судебная экспертиза Беларуси. — 2021. — № 1 (12). — С. 73–78.
9. Чахов Д. К., Докторов И. А., Лавров М. Ф. Определение качественных показателей древесины методом сверления // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. — 2014. — Т. 18, № 5. — С. 196–201.
10. Чернов В. Ю. Повышение точности метода измерения сопротивления сверлению древесины: дис. ... к.техн. наук // В. Ю. Чернов. — Йошкар-Ола, 2014. — 168 с.
11. Шарапов Е. С., Чернов В. Ю., Торопов А. С., Смирнова Е. В. Влияние влажности на точность определения свойств древесины методом измерения сопротивления сверлению // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. — 2016. — № 2 (350). — С. 103–113.
12. Шарапов Е. С., Чернов В. Ю. Плотности Сравнительный анализ способов определения плотности древесины с помощью рентгеновского излучения и устройства для измерения сопротивлению сверления // Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник. — 2014. — Т. 18, № 2. — С. 89–95.

ТЮКАВИНА Ольга Николаевна — доктор сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры биологии, экологии и биотехнологии высшей школы естественных наук и технологий, Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, Архангельск, Россия. Область научных интересов — биолого-экологические особенности древесных растений, проблемы антропогенной трансформации их насаждений, автор 68 печатных работ, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4024-6833>. E-mail: o.tukavina@narfu.ru

FEATURES OF PINE STEM WOOD QUALITY DIAGNOSTICS WITH THE RESISTOGRAPH DEVICE

O. N. Tyukavina

Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

Annotation. To assess the quality of the stem wood of growing trees, a resistograph device is used. The aim of the study was to identify the effect of the length of the drilling channel on the amount of resistance to drilling of the trunk wood of the saw. The Resistograph device was used to drill the trunks at a height of 1.3 m, first from the north side, and again from the south. Then, a core was placed near the hole with an age drill. Homogeneous sections of wood were compared according to the Resi level when drilling from the north and south sides. The drilling depth of the drill needle affects the values of the drilling resistance of wood, and therefore it is necessary to introduce edits. Deviations in the resistance to drilling of wood with an increase in the drilling depth of the drill needle can reach 20 Resi. In order to avoid errors due to a smooth increase in the power of micro-drilling at the beginning of the operation of the Resistograph device, it is necessary to use a «gasket» plate.

Keywords: Resistograph, pine, wood, trunk, drilling resistance.

Секция 6. Технологии переработки, экономика и управление в АПК и лесном хозяйстве

УДК 657.1.011.56

АВТОМАТИЗАЦИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА СУБЪЕКТОВ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА

М. Ю. Воробьева, Н. Л. Гусева, В. А. Малова

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Автоматизация учетных процессов — это, практически, повсеместное явление в настоящее время, без применения компьютерных технологий достаточно сложно представить себе ведение бухгалтерского учета на современном предприятии. Однако, перед организацией встает проблема выбора средств автоматизации. В статье исследуются особенности автоматизации бухгалтерского учета и составления регламентированной (бухгалтерской, налоговой и статистической) отчетности субъектами малого предпринимательства. Изучается проблема выбора прикладного решения для ведения бухгалтерского учета от составления первичного документа до формирования необходимой бухгалтерской, налоговой и статистической отчетности с учетом особенностей деятельности субъектов малого предпринимательства, осуществляется поиск сбалансированного решения — автоматизировать все участки учета, при этом сэкономить средства организации как на покупку программы, так и на обслуживание.

Ключевые слова. Бухгалтерский учет, автоматизация, информационные технологии, регламентированная отчетность, субъекты малого предпринимательства.

Введение. Информационные технологии в бухгалтерском учете стали применяться достаточно давно, поэтому в настоящее время ведение учета вручную встречается все реже. Это вполне объяснимо: при «ручном» учете бухгалтеру приходится один и тот же факт хозяйственной жизни отражать сначала в первичных документах, потом — в регистрах аналитического и синтетического учета, затем вручную на основании данных бухгалтерского учета составлять различные формы отчетности. Большой объем информации требует научной организации ее накопления, хранения и последующей обработки, что, в свою очередь, является предметом изучения в сфере информационных технологий [2]. Автоматизированный учет позволяет, используя данные введенных в программу первичных учетных документов, формировать регистры бухгалтерского учета различной степени подробности и формировать бухгалтерскую, налоговую и другую регламентированную отчетность.

Целью исследования является выбор программного продукта, наиболее подходящего для автоматизации бухгалтерского учета субъектов малого предпринимательства. Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи: из-

учить современные средства автоматизации учетного процесса; определить, насколько функционал выбранных программных продуктов отвечает требованиям субъектов малого предпринимательства; выбрать прикладное решение, оптимальное по соотношению затрат и результатов.

Объекты, условия и методы. Объектами данного исследования являются программные продукты линейки «1С», предназначенные для автоматизации бухгалтерского учета и формирования регламентированной отчетности. Исследование проводится в условиях доступа к открытым источникам информации (описание предлагаемых прикладных решений, их стоимость, а также стоимость обслуживания). Использовались такие методы как сравнительный анализ, описательный и другие.

Результаты и обсуждение. Для автоматизации бухгалтерского учета используется множество разнообразных программ, но господствующую позицию на российском рынке последние годы занимают программные продукты семейства «1С»: по общим оценкам, более 80 % рабочих мест в России и странах СНГ автоматизированы с использованием продуктов и программ семейства «1С» [1]. В чем же секрет такой популярности? Фирма «1С» разрабатывает прикладные решения

для различных видов деятельности, коммерческих и бюджетных организаций, малого, среднего и крупного бизнеса, есть программы для автоматизации бухгалтерского учета в целом и отдельных участков учета. Сориентироваться во всем этом многообразии бывает непросто. Разберемся, что из линейки программ «1С» целесообразно использовать для автоматизации учета у субъектов малого предпринимательства.

Чтобы минимизировать затраты организации, целесообразно выбрать такое прикладное решение, которое позволит автоматизировать ведение бухгалтерского учета на всех участках и сформировать необходимую отчетность. Программный продукт «1С: Бухгалтерия предприятия» предназначен для автоматизации бухгалтерского и налогового учета в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации, включая подготовку обязательной (регламентированной) отчетности в коммерческой организации, применяющей хозрасчетный план счетов бухгалтерского учета [3]. Данная программа выпускается в базовой версии, версии ПРОФ и версии КОРП.

Версии ПРОФ и КОРП обладают широким спектром возможностей:

- позволяют работать одновременно нескольким пользователям с одной программой;
- есть возможность ведения учета более, чем одной организации в одной информационной базе;
- можно подключаться удаленно для работы.

Чем больше возможностей предлагает программный продукт, тем дороже он обходится для организации. На данный момент стоимость данных версий начинается от 16 800 рублей без учета стоимости обновления [4].

Базовая версия программы «1С: Бухгалтерия предприятия» имеет ряд ограничений:

- не поддерживается изменение конфигурации, можно применять только типовую конфигурацию и устанавливать ее обновления;
- не поддерживается ведение учета по нескольким фирмам в одной информационной базе

(при этом имеется возможность ведения учета нескольких организаций в отдельных информационных базах на одном компьютере);

- одновременно с одной информационной базой может работать только один пользователь;
- ограниченное количество установок/активаций (только три активации: 1 основная + 2 резервные).

Сосредоточим свое внимание на достоинствах базовой версии:

- низкая стоимость (5400 рублей);
- бесплатное обновление через интернет;
- можно в любой момент осуществить переход на версию ПРОФ с сохранением всех имеющихся данных.

Отдельно стоит уделить внимание такому моменту, как обновление программы. Законодательство в нашей стране достаточно нестабильно и подвержено постоянным изменениям, поэтому, приобретая программу, следует учесть затраты на обновление, которые, зачастую сравнимы со стоимостью самого программного продукта или превосходят ее. Так, для обновления программы «1С: Бухгалтерия предприятия» версии ПРОФ и КОРП необходимо заключение договора на информационно-технологическое сопровождение. В зависимости от того, какой вариант договора будет выбран, затраты организации на обновление составят в год 14 280 или 33 816 рублей. Для субъектов малого предпринимательства это может быть значительная сумма, также не стоит забывать о том, что эти затраты придется нести ежегодно.

Выводы. По результатам проведенного исследования программным продуктом, наиболее подходящим для автоматизации бухгалтерского учета субъектов малого предпринимательства, является базовая версия прикладного решения «1С: Бухгалтерия предприятия». Данная конфигурация имеет достаточно низкую стоимость и позволяет в дальнейшем организации экономить на обслуживании за счет бесплатного обновления до актуального состояния.

Список литературы

1. Гасюк К. В., Джигладзе З. Г., Садыков Д. К. Частота применения 1С в России // Вестник современных исследований. — 2020. — № 4–2(34). — С. 4–7. — EDN DLIMVU.
2. Яшкина А. А., Малова В. А., Воробьева М. Ю. Перспективы применения информационных технологий в бухгалтерском учете // Сельские территории — основа развития страны: современное состояние, проблемы и перспективы. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции научно-педагогических работников и молодых ученых, посвященной 70-летию Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, Почетного работника агропромышленного комплекса России Безаева Ивана Ивановича: г. Нижний Новгород, 28–29 апреля 2021 года. — Нижний Новгород: Федеральное государственное бюджетное

Информация об авторах

ВОРОБЬЕВА Мария Юрьевна — старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и финансов, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов — автоматизация бухгалтерского учета субъектов малого предпринимательства. E-mail: mari2109@mail.ru

ГУСЕВА Надежда Леонидовна — старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и финансов, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов — автоматизация бухгалтерского учета субъектов малого предпринимательства. E-mail: mari2109@mail.ru

МАЛОВА Валентина Александровна — старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и финансов, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов — автоматизация бухгалтерского учета субъектов малого предпринимательства, автор 26 научно-методических работ. E-mail: mari2109@mail.ru

AUTOMATION OF ACCOUNTING OF SMALL BUSINESSES

M. Y. Vorobyova, N. L. Guseva, V. A. Malova

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Annotation. Automation of accounting processes is an almost ubiquitous phenomenon at the present time, without the use of computer technology, it is quite difficult to imagine accounting in a modern enterprise. However, the organization faces the problem of choosing automation tools. The article examines the features of automation of accounting and compilation of regulated (accounting, tax and statistical) reporting by small businesses. The problem of choosing an applied solution for accounting is being studied, from the preparation of the primary document to the formation of the necessary accounting, tax and statistical reporting, taking into account the specifics of the activities of small businesses, a balanced solution is being sought — to automate all areas of accounting, while saving the organization's funds both for the purchase of the program and for maintenance.

Keywords. Accounting, automation, information technology, regulated reporting, small business entities.

УДК 349.6

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ЗОН С ОСОБЫМИ УСЛОВИЯМИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ

А. В. Климова, Т. В. Смирнова, А. А. Ушанов

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются признаки зон с особыми условиями использования территории, приведена классификация таких зон. Цель исследований — проведение анализа существующих методических подходов к экономической оценке зон с особыми условиями использования территории; выявить их достоинства, недостатки. Объектом исследования явились подходы к организации ЗОУИТ и их экономической оценке. Определена обязанность учета зон в Государственном кадастре недвижимости; рассмотрены подходы к экономической оценке зон с особыми условиями использования территории, предлагаемыми авторами, а также законодательством РФ, проанализированы их положительные и отрицательные стороны. Установлено, что в настоящее время проблема экономической оценки зон с особыми условиями территории, выработки методики расчёта компенсационных платежей не нашла должного, устраивающей всех заинтересованных лиц, решения.

Ключевые слова. Зоны с особыми условиями использования территорий (ЗОУИТ), сервитут, убытки, соразмерная плата, методика.

Введение. Зоны с особыми условиями использования территорий (далее также ЗОУИТ) после введения в Земельный кодекс Российской Федерации главы XIX «Зоны с особыми условиями ис-

пользования территорий» и внесением соответствующих поправок в Градостроительный кодекс РФ являются полноценными объектами земельных отношений и кадастрового учета. Однако

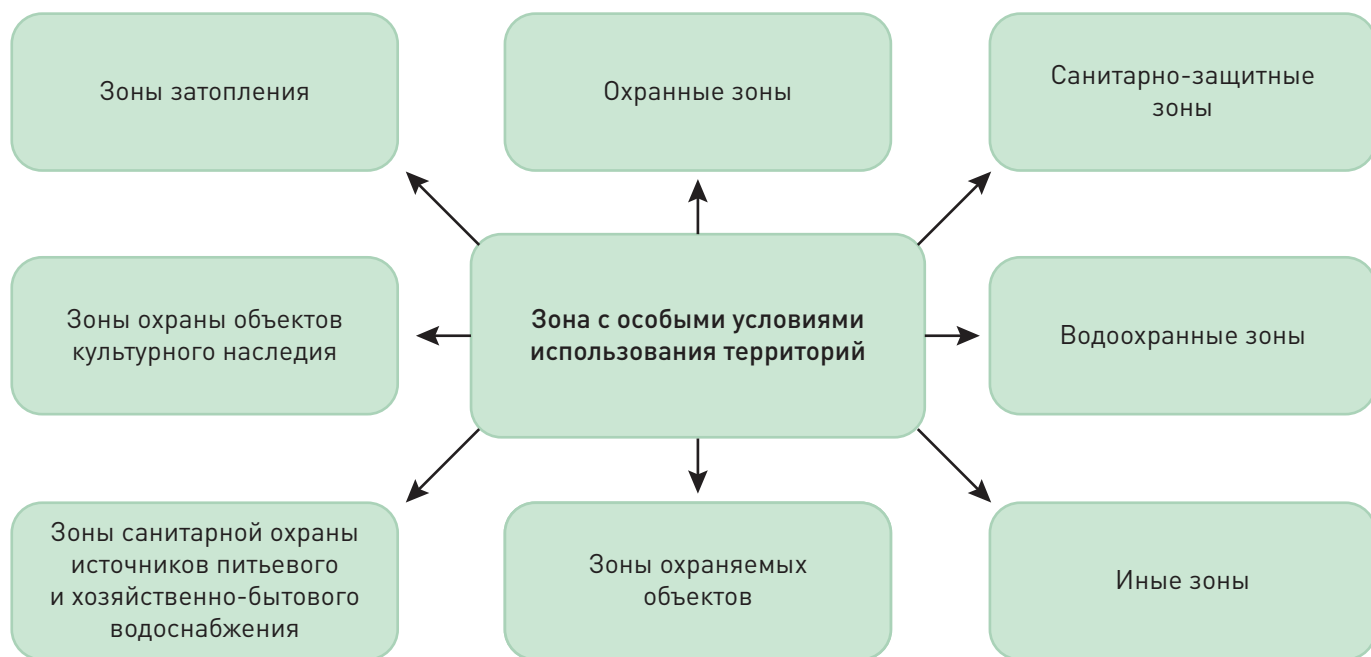


Рисунок 1 — Классификация ЗОУИТ

практическая организация осуществления работ подобного рода и теоретическая изученность вопросов учета подобных зон, оценки их влияния на использование объектов недвижимости, сегодня характеризуются достаточно низким уровнем.

Цель исследований — провести анализ существующих методических подходов к экономической оценке зон с особыми условиями использования территории; выявить их достоинства, недостатки.

Объекты, условия и методы. Объект исследования: подходы к организации ЗОУИТ и их экономической оценке. Для проведения исследования использовались теоретические источники, данные Росреестра и законодательство РФ. Исследование производилось с помощью общих методов научного познания: анализ, синтез, аналогии, обобщения и др.

Результаты и обсуждение. Описание особенностей ЗОУИТ необходимо начинать с формулировки данного определения. Наши исследования показали, что понятие ЗОУИТ, признаки отнесения территории к той или иной зоне в данный момент времени в законодательстве отсутствует. В п. 4 ст. 1 Градостроительного кодекса РФ лишь перечислены виды данных зон: охранные, санитарно-защитные и т. д. — рисунок 1 [5].

Таким образом, ЗОУИТ характеризуются следующими общими чертами:

- 1) четкие границы, описанные в ГКН;
- 2) наличие лимитов прав на использование земель в пределах ЗОУИТ;

3) формирование для осуществления конкретных целей, без которых функционирование соответствующих объектов (объектов строительства, участков, природных объектов) невозможно;

4) конкретной задачей установления: обеспечение защиты здоровья людей, формирование безопасных условий использования объектов, защита природы [3].

Следует отметить, что с 1 января 2016 года зоны с особыми условиями использования территории исключаются из перечня объектов землеустройства: в отношении этих земельных участков не проводятся землеустроительные работы с составлением и передачей в государственный фонд данных, полученных в результате проведения землеустройства соответствующей документации. Тем не менее обязанность органов государственной власти и местного самоуправления внесения в Государственный кадастр недвижимости сведений о ЗОУИТ при принятии решения об их установлении остается неизменной. К соответствующему решению должны быть приложены текстовое и графическое описание местоположения границ зоны, перечень координат характерных точек, подготовленные в электронном виде.

Для собственников, землепользователей, арендаторов земельных участков, которые оказываются в границах ЗОУИТ, важным является режим использования данных участков, поскольку деятельность объектов, для функционирования которых устанавливаются рассматриваемые

зоны, часто накладывает определенные ограничения — особый режим использования земель, ограничивающий или запрещающий некоторые виды деятельности. Поэтому справедливым представляется компенсировать вышеуказанным лицам убытки, возникающие при введении ограничений на их деятельность на основании имеющихся в законодательстве норм и практики соответствующих работ. Одним из рычагов решения проблемы является установление сервитута на данном земельном участке.

Статья 15 Гражданского кодекса Российской Федерации под убытками понимает расходы, которые лицо, чье право нарушено, произвело или должно будет произвести для восстановления нарушенного права, утрата или повреждение его имущества (реальный ущерб), а также неполученные доходы, которые это лицо получило бы при обычных условиях гражданского оборота, если бы его право не было нарушено (упущенная выгода). [4].

Так, лицо, чье право нарушено, вправе требовать соразмерную (т. е. равную величине возникших убытков) плату. Анализируя законодательство РФ, можно отметить, что в соразмерную плату за обременение земельного участка (охранной зоной ~ сервитутом) включается реальный ущерб, упущенная выгода и убытки, которые понесет владелец участка. При этом методики расчета, рекомендуемые законодателем, многократно занижают реальные убытки (потери) землепользователя. Так, статья 39.46 Земельного кодекса РФ указывает, что «плата за публичный сервитут в отношении земельного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности и не обремененного правами третьих лиц, устанавливается в размере 0,01 процента кадастровой стоимости такого земельного участка за каждый год использования этого земельного участка. При этом плата за публичный сервитут, установленный на три года и более, не может быть менее чем 0,1 процента кадастровой стоимости земельного участка, обремененного сервитутом, за весь срок сервитута». [1]

Различными авторами-исследователями также предлагаются методики оценки ущерба. Так, например, Е. Е. Яскевич в своих работах [6] предлагает использовать такие методики, как «Сравнительные продажи» и «Сравнение полученной выгоды от арендной платы», основывающиеся на сравнительной оценке рыночной стоимости земельных участков-аналогов с ограничением

в виде ЗОУИТ и без ограничений. Данные подходы нашли свое применение на практике, однако их недостатком является то, что рынок недвижимости не везде характеризуется высоким уровнем развития [6].

Более универсальную методику, так называемую, «Балльную методику», предлагает В. Д. Мамонтов. При расчёте величины соразмерной платы за сервитут учитывается: рыночная стоимость земельного до установления на нем ЗОУИТ, доля площади участка, ограниченной в использовании в общей площади земельного участка и коэффициент, учитывающий степень ограничения прав собственника при установлении на его участок сервитута. В качестве недостатка методики можно отметить сложность определения величины коэффициента, учитывающего степень обременений, накладываемых на земельный участок в связи с установлением охранной зоны.

И, наконец, А. В. Климова и И. А. Алтухов [2] предложили рассчитывать общую величину ущерба, которую собственник с.-х. угодий, дачных участков, участков, отведенных под ЛПХ и т. п., основывающуюся на действующем законодательстве, как сумму:

1) реального ущерба, определяемого как произведение ограниченной в использовании площади участка на стоимость недополученной продукции сельского хозяйства с учетом коэффициента снижения урожайности. В случае, если в границах ЗОУИТ возникает необходимость сноса, переноса каких-либо объектов недвижимого имущества, то стоимость данных объектов также добавляется к величине реального ущерба;

2) упущенной выгоды, рассчитываемой как произведение недополученной продукции на экономический показатель — мультиплицирующий множитель, показывающий, во сколько раз возрастёт за n лет сумма, положенная в банк под i процентов годовых, вводимый для приведения будущих доходов к настоящему времени — моменту установления ЗОУИТ;

3) убытков, связанных с сокращением возможности землепользователей выполнять обязанности перед третьими лицами. Так, при установлении санитарно-защитных, охранных и т. п. зон землепользователи теряют часть возможности по выплате кредитов, пенни и т. п. Данный показатель можно определить, как произведение ограниченной в использовании площади на величину налогов, пенни и т. д. на один гектар площади и коэффициент, выражающий потери продукции

в соответствующих ЗОУИТ. По данным исследований, например, потери продукции в придорожных полосах автодорог составляют, в зависимости от их категории), от 10 до 40 %; в охранных зонах трубопроводах — 10...15 % [2]. Положительной стороной данного подхода является учет положений гражданского и земельного законодательства при определении составляющих соразмерной выплаты; отрицательной — некоторая сложность в расчете упущенной выгоды.

Выводы. Таким образом, в настоящее время проблема экономической оценки зон с особыми условиями территории, выработки методики расчёта компенсационных платежей не нашла должного, устраивающей всех заинтересованных лиц, решения. Различные авторы предлагают методики, имеющие как положительные, так и отрицательные стороны, поэтому актуальность исследований в данном направлении не снижается.

Список литературы:

1. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 14.07.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.10.2022) // СПС Консультант Плюс.
2. Алтухов И. А., Климова А. В. Экономическое регулирование отношений сельскохозяйственных организаций с собственниками линейных промышленных объектов // Международный сельскохозяйственный журнал. — 2013. — № 1. — С. 27–29. — EDN SBKMIZ.
3. Антропов Д. В. Особенности землепользования в зонах с особыми условиями использования территорий // Имущественные отношения в РФ. — 2012. — № 11 (134). — С. 6–10.
4. Климова А. В., Кузнецов С. Н. Организация работ для постановки охранных зон линейных объектов на кадастровый учет с целью получения компенсационных платежей за ограниченное использование земель // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. — 2013. — Т. 3. — С. 291–293. — EDN TJBOXD.
5. Ушанов А. А., Румянцев Ф. П., Климова А. В. Теоретические и практические проблемы установления зон с особыми условиями использования территорий // Научное обеспечение отрасли растениеводства и землеустройства сельскохозяйственных предприятий. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции научно-педагогических работников и молодых ученых, посвященной 120-летию со дня рождения д. б. н., профессора Елены Петровны Куклиной-Хрущевой: г. Нижний Новгород, 06–07 октября 2021 года. — Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 2022. — С. 135–139. — EDN WMMEZR.
6. Яскевич Е. Е. Методика оценки влияния внешних износков, сервитутов и арендных договоров на стоимость объектов недвижимости. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://crsra.ru/Methodics/005/> (свободный).

Информация об авторах

КЛИМОВА Анна Владимировна — кандидат экономических наук, декан агрономического факультета, доцент кафедры «Геодезия и землеустройство». Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород. Область научных интересов: система управления сельскохозяйственным землепользованием, теоретические и практические аспекты современного землепользования. Автор 65 научных публикаций. E-mail: aghrofak@mail.ru

СМИРНОВА Татьяна Владимировна — заместитель декана агрономического факультета, доцент кафедры геодезии и землеустройства, кандидат сельскохозяйственных наук, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов: система управления сельскохозяйственным землепользованием, теоретические и практические аспекты современного землепользования. Автор более 30 научных публикаций. E-mail: aghrofak@mail.ru

УШАНОВ Андрей Андреевич — выпускник агрономического факультета, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, г. Нижний Новгород, Россия. Область научных интересов: система управления сельскохозяйственным землепользованием, теоретические и практические аспекты современного землепользования. Автор 3 научных публикаций. E-mail: aghrofak@mail.ru

ON THE ISSUE OF ECONOMIC ASSESSMENT OF ZONES WITH SPECIAL CONDITIONS FOR THE USE OF THE TERRITORY

A. V. Klimova, T. V. Smirnova, A. A. Ushanov

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, Russia, Nizhny Novgorod,

Annotation. The article discusses the signs of zones with special conditions of use of the territory, the classification of such zones is given. The purpose of the research is to analyze the existing methodological approaches to the economic assessment of zones with special conditions for the use of the territory; to identify their advantages and disadvantages. The object of the study was approaches to the organization of ZOUIT and their economic assessment. The obligation

to register zones in the State Cadastre of Real Estate is determined; the approaches to the economic assessment of zones with special conditions of use of the territory proposed by the authors, as well as the legislation of the Russian Federation, are considered, their positive and negative sides are analyzed. It is established that at present the problem of economic assessment of zones with special conditions of the territory, the development of a methodology for calculating compensation payments has not found a proper solution that suits all interested parties.

Keywords: Zones with special conditions for the use of territories (ZOUIT), easement, losses, commensurate fee, methodology.

УДК 635.35.631.53.027

КОМПЛЕКСНАЯ БЕЗОТХОДНАЯ ПЕРЕРАБОТКА КЕДРОВОЙ ШИШКИ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА

*С. С. Лутай, А. О. Лутай, А. Л. Воробьев, Е. А. Асангалиев, М. С. Данилов,
З. А. Аубакирова, А. К. Кульчанова, Ж. Б. Берикова*

Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева

Аннотация. В статье приведена разработка безотходной технологии переработки кедровой шишки в Восточно-Казахстанской области. Актуальность создания комплексной технологии, ориентированной на переработку кедровой шишки и ореха, обусловлена их высокими пищевыми и техническими качествами, притом что спрос на указанную продукцию пока еще далеко не удовлетворен. В результате переработки кедровой шишки по предложенной технологической линии можно получить ядро кедрового ореха, кедровую муку, кедровое масло, шелуху кедрового ореха. При проведении работы исходили из того, что технология переработки семян кедрового ореха — многоступенчатый процесс, в котором применяется широкий спектр оборудования с электрическим приводом и электронагревательными элементами. Предложена технологическая схема безотходной переработки кедровой шишки, которая в перспективе будет реализована в условиях Восточного Казахстана. В результате прохождения всех этапов предложенной технологической линии возможно получение широкого перечня конечной продукции для последующей реализации: ядро кедрового ореха, кедровая мука, кедровое масло, а также появляется побочный продукт производства — шелуха кедрового ореха, которая используется в качестве наполнителя подушек и в производстве конструкционно-плиточного материала.

Ключевые слова: кедровая шишка, кедровый орех, кедровое масло, кедровая мука, технологическая линия.

Введение. Человечество переживает сейчас такой период времени, когда становится понятным, что оно неотделимо от окружающей среды. Охрана природы и улучшение условий жизнедеятельности людей на Земле являются первостепенной задачей. Человек всегда будет зависеть от ресурсов биосферы, которые необходимы ему для питания и производства предметов потребления. Человек и биосфера во всей ее совокупности составляют единое целое. Частью биосферы являются лесные экосистемы, или биогеоценозы (биоэкосы), представляющие собой взаимосвязанные сочетания растительности, почвы, воды, тепла, воздуха, животного мира и микроорганизмов [5]. В биосфере одни процессы переходят в другие, в результате образуются новые процессы и состояния твердых веществ, газов, жидкостей, а также новые условия для жизни организмов, новые равновесия. В указанных процессах каждый фактор, определяющий это равновесие, тесно связан с остальными. Достаточно незначительного воздействия извне, как равновесие нарушается [1,2]. Трудно, почти

невозможно, представить себе леса Восточного Казахстана без разлапистых елей, могучих пихт, кедров и смолистых сосен. Они не только красота и гордость нашего края, но и тот фактор, который удерживает, в частности, водный баланс Иртыша, Убы, Бухтармы, Ульбы [6]. Леса — это самая продуктивная растительная формация региона, обладающая наивысшей интенсивностью биологического круговорота. Ранее ежегодно на территории двух лесхозов заготавливалось от 40000 до 100000 м³ ликвидной древесины, и значительное место в экономике района отводилось побочным пользованиям: сенокошению, пастьбе скота, пчеловодству. В настоящий момент основная ценность насаждений национального парка состоит в климаторегулирующем, водоохранном, санитарно-гигиеническом и рекреационном значении [3].

Лесной пояс занимает около 40 % территории Восточного субрегиона ВКО. Верхняя граница лесных массивов формируется под влиянием факторов тепла и влаги. Пять основных хвойных

пород — ель, пихта, сосна, лиственница и кедр — в зависимости от рельефа, климатических и почвенных условий образуют лесной пояс [4]. Между тем восточно-казахстанские леса стареют. Стоит проблема организации глубокой переработки древесины и различных продуктов леса в различные изделия народного потребления. Лесной фонд Восточного Казахстана используется к настоящему времени не более чем на 18,4 %. Отсюда и экономический эффект его невысок. В итоге низкий уровень использования леса влечет за собой и низкий уровень платы за древесину на корню, что автоматически ведет к необеспечению финансирования воспроизводства для лесных ресурсов. Решение проблем комплексной переработки растительной биомассы в ценные продукты пищевого и технического назначения особенно актуальны на современном этапе развития современного общества для Восточного Казахстана, так как данный регион обладает достаточной площадью естественных насаждений. Общая площадь Государственного лесного фонда области составляет 3,6 млн га. В Восточном Казахстане сконцентрировано 75 % эксплуатационного запаса древесины всего Казахстана. Лесистость области составляет 6,2 %. Основными лесообразующими породами являются — сосна, пихта, ель, кедр и лиственница [10]. Исследовательские и обзорные статьи по орехам кедра (*Pinus sibirica* Du Tour) до настоящего времени были посвящены преимущественно биохимическим характеристикам его семян, перспективам использования продуктов из них в медицинских, пищевых и технических целях. При этом, технологические аспекты производства таких продуктов в научной литературе освещены недостаточно.

Цель исследований — разработка комплексной безотходной технологии переработки кедровой шишки в условиях Восточного Казахстана.

Объекты, условия и методы. Актуальность создания комплексной технологии, ориентированной на переработку кедровой шишки и ореха, обусловлена следующими причинами:

1) ядра и скорлупа составляют основную массу семян, и получение из них товарных продуктов делает переработку кедрового ореха практически безотходной;

2) основная часть белков, жиров и углеводов ореха сосредоточена в его ядрах, которые используются в качестве продукта питания, сырья для получения кедрового масла и высококалорийной витаминизированной муки;

3) скорлупа кедрового ореха является перспективным сырьем для получения активированных углей [9].

Кедровый орех — ценнейший пищевой продукт, который по калорийности, питательности и усвояемости превосходит мясо, хлеб, яйцо, коровьи сливки и другие. Из кедрового ореха также можно получать высококачественное кедровое масло, имеющее пищевое и техническое назначение. Для оценки перспектив переработки кедровых орехов в кедровое масло рассмотрим кратко данные по химическому составу кедровых орехов и характеристики масла, получаемого из ядер кедрового ореха [7].

В состав кедровых орехов из органических веществ входят жиры (жирное кедровое масло), азотистые вещества (в основном представлены белками), углеводы (крахмал и сахар), органические кислоты, дубильные вещества, витамины, а также минеральные вещества. В состав скорлупы, помимо клетчатки входят красящие вещества, лигнин, незначительное количество дубильных веществ, белки и жиры.

Этот орех — богатый источник йода. Исследования доказали, что кедровые орешки являются прекрасным источником калия — минерала, необходимого для нервно-мышечной деятельности, а также магния, фосфора и железа, которые помогают противостоять стрессу и способствуют образованию красных кровяных телец. Содержат орехи также небольшое количество клетчатки и фруктозу. Растительный белок кедрового ореха идеально сбалансирован и по составу близок к белкам ткани человека и усваивается организмом на 99 %. Кедровый орех является источником лецитина, необходимого для питания нервных клеток и поддержания активной деятельности мозга и к тому же обладает омолаживающим эффектом, способствует ускорению регенерации клеток. Кроме того, в ядрах кедровых орехов содержится значительное количество минеральных веществ. Установлено, что в семенах кедра присутствуют, как и у других орехоплодных пород, 5 макро и 14 микроэлементов [10].

На основании проведенного анализа накопленных сведений о кедровой шишке и орехе целью данных исследований была обозначена разработка и в перспективе внедрение в производство безотходной технологии переработки кедровой шишки в условиях Восточного Казахстана, так как данный регион обладает достаточной площадью кедровых лесов. Технология переработки се-

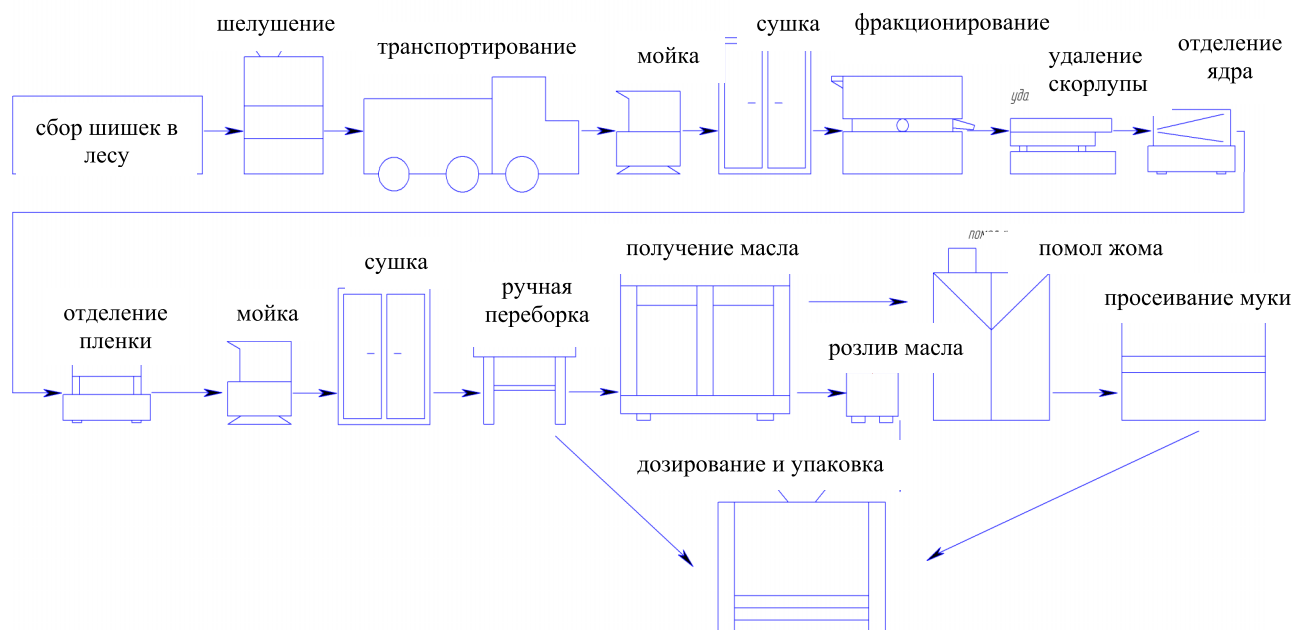


Рисунок 1 — Технологическая линия комплексной переработки кедровой шишки и ореха

мян кедрового ореха — многоступенчатый процесс, в котором применяются широкий спектр оборудования с электрическим приводом и электронагревательными элементами. Технологический цикл переработки кедрового ореха имеет ряд присущих только ему особенностей:

- оптимальные для сохранения карты питательных веществ и витаминов температурные и временные режимы сушки ореха кедрового и ядра ореха;
- особенности удаления скорлупы в связи с её высокой прочностью по сравнению со схожими процессами шелушения семян других культур;
- фракционирование, учитывающее геометрические параметры семени наиболее важные при дальнейшей обработке.

В технологии кедрового производства имеются резервы совершенствования процесса переработки, его оптимизации и рационализации конструкторских решений при проектировании и изготовлении оборудования, заключающиеся в оптимизации методов сушки кедрового ореха и его ядра, рационализации способов фракционирования и отделения скорлупы от ядра ореха [8].

Результаты и обсуждение. Для безотходной переработки кедровой шишки в условиях Восточного Казахстана предлагаем технологию производства, которая в перспективе будет реализована по технологической линии, представленной на рисунке 1.

Технология безотходной переработки кедровой шишки и ореха включает в себя следующие последовательные этапы производства:

1) Сбор шишек в лесу. Используется колот или встряхиватель деревьев. Затем собирается шишка с земли вручную.

2) Шелушение шишки в лесу. Шишки загружаются в шелушильно-веяльную машину, которая очищает семена от остова и шелухи. Процесс шелушения мешка шишки весом 13–15 кг занимает не более трех минут. Выход ореха из шишки составляет 40–50 %.

3) Транспортировка ореха в цех. Используются грузовой автомобильный транспорт.

4) Мойка сырья. Используется ванна моечная с перфорированными лотками или лоток из оцинкованного решета.

5) Сушка ореха. Очищенный орех нуждается в сушке, для чего используют сушильную машину, в которую орех загружают примерно на 10 часов.

6) Фракционирование. Следующая стадия производства — разделение ореха на фракции и отделение мусора. Эти процессы осуществляются с помощью пневмосепаратора, который очищает продукт, и фракционера, который разделяет зерновую смесь по размерам на качающихся решетах. Фракционный состав семян и механические свойства кедрового ореха, сильно варьируются как в зависимости от региональных и климатических характеристик зоны его заготовки, так и от технологии заготовки и первичной переработки. Большой разброс по физическим ха-

рактикам заставляет уделять повышенное внимание первой стадии технологического процесса. Первичное провеивание и калибровка позволяют выделить орех с недоразвитыми ядрами и сор. Величина первичных отходов может колебаться от 3 до 15 % от общего веса сырья. Очень большое значение имеет влажность поступающих на переработку семян, которая может варьироваться от 10 до 30 %.

7) Удаление скорлупы. Для отделения скорлупы от ядер используется шелушильная абразивная машина, обеспечивающая максимальное количество дробленого ядра без замачивания. При загрузке 100 килограмм ореха можно получить от 15 до 30 килограмм ядра.

8) Отделение ядра. Скорлупа отделяется от ядра, а также выделение необруша на пневмосепараторе и фракционере.

9) Отделение пленки. Для снятия околоплодной пленки нужна специальная машина. Иногда ядро приходится пропускать через машину несколько раз.

10) Мойка ядра. Процесс мытья ядра кедрового ореха происходит в специальной мойке, состоящей из ванны, рамы и лотков с перфорированным дном. Ядро засыпается в лотки и ставится в ванну.

11) Сушка ядра. Ядро нуждается в сушке, для чего используют сушильную машину.

12) Ручная переборка ядра. Переборка ядра — это одна из главных стадий, от которой в значительной мере зависит дальнейшее качество продукта. В переборке ядра принимает участие персонал, специально обученный, проработавший на предприятии не один год. Эту ручную работу по переработке кедрового ореха не заменит ни одно оборудование.

13) Получение масла. Для холодного отжима ядра помещаются в пресс, выделенное масло

фильтруется или отстаивается. Считается, что для процесса отжима масла нужно использовать только деревянный пресс, потому что от контакта с металлом масло портится. Промышленные прессы, как правило, металлические. Цикл состоит из загрузки, отжима и выгрузки, продолжительность цикла 20–30 минут.

14) Розлив масла. Производится розлив в бутылки для дальнейшей реализации.

15) Помол жома. Оставшиеся после отжима части подвергают размолу на вальцовом агрегате.

16) Просеивание муки. После помола образуется мука, которую необходимо просеять через набор сит.

17) Дозировка и упаковка. Полученные компоненты — ядро, кедровое масло и муку необходимо дозировать и упаковать.

Выводы

1. В результате прохождения всех этапов предложенной технологической линии можно получить следующие основные компоненты для последующей реализации на рынок производства — ядро кедрового ореха, кедровая мука, кедровое масло, а также появляется побочный продукт производства — шелуха кедрового ореха, которая используется в качестве наполнителя подушек и в производстве конструкционно-плиточного материала.

2. В результате проведенного исследования была разработана технологическая линия комплексной безотходной технологии переработки кедровой шишки в Восточно-Казахстанской области. В результате переработки кедровой шишки по предложенной технологической линии, возможно, получить ядро кедрового ореха, кедровую муку, кедровое масло, шелуху кедрового ореха. Предложенную безотходную технологию можно рекомендовать для внедрения в производство в Катон-Карагайском районе.

Список литературы

1. Анучин Н. П., Атрохин В. Г., Воробьев Г. И. Лес в современном мире. — Москва: Лесная промышленность, 1978 г. — 399 с.
2. Бессчетнов П. П., Мальцев С. Н., Алиев Ш. Ж. По лесам Казахстана. — Алма-Ата: Казахстан, 1976. — 144 с.
3. Гуриков Д. Е. Экология — наука для всех. — Алма-Ата: Кайнар, 1990. — 216 с.
4. Егорина А. В. Зинченко Ю. К., Зинченко Е. С. Физическая география Восточного Казахстана. — Усть-Каменогорск: Альфа-Пресс, 2002. — 182 с.
5. Колесников С. И. Экологические основы природопользования. Ростов-на-Дону: Март, 2004. — 332 с.
6. Лесная энциклопедия. Т. 1. М. 1986. — 563 с.
7. Лутай С. С., Лутай А. О. Переработка кедровой шишки и ореха в Восточном Казахстане // Творчество молодых — инновационному развитию Казахстана. Материалы XIV Республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов и молодых ученых. — Усть-Каменогорск, 2014 г. — С. 79–80.
8. Лутай С. С., Лутай А. О. Алипина К. Б., Воробьев А. Л., Данилов М. С. Разработка безотходной технологии переработки кедровой шишки в ВКО, Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. — 2016. — № 3 [73]. — С 142–146.

9. Оффан К. Б., Петров В. С. Ефремов А. А. Закономерности пиролиза скорлупы кедровых орехов с образованием древесного угля в интервале температур 200–500 °С. – Красноярск: Сибирский государственный технологический университет, 2011. — 4 с.

10. Рудковский А. В., Парфенов О. Г., Щипко М. Л., Кузнецов Б. Н. Технология комплексной переработки кедровых орехов. — Красноярск: Институт химии и химической технологии СО РАН, Академгородок, 2000. — № 1. С. 61–68.

11. Lutay S. S., Osipova L. P., Alipina K. B., Lutay A. O. Technology of wasteless processing of the cedar cone and nut in East Kazakhstan // Зеленая экономика — будущее человечества. Материалы Международной научно-практической конференции: г. Усть-Каменогорск, 24–25 мая 2014 г. Часть III. — Усть-Каменогорск: Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, 2014. — С 120–129.

Информация об авторах

ЛУТАЙ Сергей Сергеевич — магистр сельскохозяйственных наук, старший преподаватель Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан. Область научных интересов — лесовосстановление, инновационные технологии получения фиторегуляторов природного происхождения; инкрустация семян растений, сохранение биоразнообразия Рудного Алтая. Автор 30 научных публикаций, в т. ч. 8 патентов РК. E-mail: sslutai@mail.ru

ЛУТАЙ Анастасия Олеговна — магистр технических наук, преподаватель Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан. Область научных интересов — техническое регулирование, стандартизация и аккредитация в обеспечении качества продукции, товаров и услуг; инкрустация семян растений, сохранение биоразнообразия; лесозащита и управление лесными ресурсами. Автор более 30 научных публикаций. E-mail: lutay_ao@mail.ru

ВОРОБЬЕВ Александр Львович — доктор биологических наук, профессор Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан. Область научных интересов — получение фиторегуляторов роста природного происхождения; инкрустация семян растений; биотехнология в лесном хозяйстве. Автор более 100 научных работ, в т. ч. 62 патентов РК. E-mail: vorobyovalex@mail.ru

АСАНГАЛИЕВ Елибек Атрауович — кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, ВКО, Казахстан. Область научных интересов — биология растений, инновационные технологии получения фиторегуляторов природного происхождения; инкрустация семян растений, лесная пиролизология, сохранение биоразнообразия лесов Рудного Алтая. Автор более 130 научных работ, из них 85 инновационных патентов РК. ORCID 0000-0003-4002-8350. E-mail: elibek60@mail.ru

ДАНИЛОВ Михаил Сергеевич — доктор ветеринарных наук, ассоциированный профессор Школы наук о Земле, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан. Область научных интересов — биологические свойства хвои пихты сибирской, лекарственные растения и бентониты, биологические фитопрепараты для сельскохозяйственных животных. Автор более 100 научных трудов, в том числе 9 патентов. E-mail: MDanilov@yandex.ru

COMPLEX WASTE-FREE PROCESSING OF CEDAR CONES IN THE CONDITIONS OF EAST KAZAKHSTAN

S. S. Lutay, A. O. Lutay, A. L. Vorobyov, E. A. Asangaliev, M. S. Danilov,
Z. A. Aubakirova, A. K. Kulchanova, Zh. B. Berikova
D. Serikbayev East Kazakhstan technical university

Abstract. The article describes the development of a waste-free technology for processing cedar cones in the East Kazakhstan region. The urgency of creating an integrated technology focused on the processing of pine cones and nuts is due to their high nutritional and technical qualities, despite the fact that the demand for these products is still far from being satisfied. As a result of processing cedar cones according to the proposed technological line, it is possible to obtain the kernel of pine nuts, cedar flour, cedar oil, cedar nut husks. When carrying out the work, we proceeded from the fact that the technology of processing cedar seeds is a multi-stage process in which a wide range of equipment with an electric drive and electric heating elements is used. The technological scheme of waste-free processing of cedar cones is proposed, which in the future will be implemented in the conditions of Eastern Kazakhstan. As a result of passing through all stages of the proposed technological line, it is possible to obtain a wide list of final products for subsequent sale: cedar nut kernel, cedar flour, cedar oil, and also a by-product of production appears — cedar nut husk, which is used as a pillow filler and in the production of structural tile material.

Keywords: cedar cone, cedar nut, cedar oil, cedar flour, processing line.

ПРОБЛЕМЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛЕСОВ НА ЗЕМЛЯХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В АСПЕКТЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПОСТАНОВЛЕНИЯ ПРАВИТЕЛЬСТВА РФ № 1509

В. П. Хрыков^{1,2}

¹Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия

²Нижегородское отделение Межрегионального фонда поддержки
и развития льняной отрасли «Льняной союз».

Аннотация: В 2020 году в России принято Постановление Правительства РФ, которое создало основы для формирования в стране лесов на землях сельскохозяйственного назначения. Данный инструмент создавал возможность рационального использования части земель, не задействованных или не пригодных в сельскохозяйственном обороте. Но с 2022 года внесенные в Постановление Правительства РФ поправки усложнили возможности формирования индустрий агролесоводства и интенсивного выращивания лесов. В настоящем исследовании автор постарался рассмотреть базовые вопросы проблемы лесовыращивания на землях сельхозназначения в связи с ужесточением законодательства.

Ключевые слова: земли сельскохозяйственного назначения, леса, постановление правительства 1509, леса на землях сельскохозяйственного назначения.

Введение. Вопрос сохранения и рационального использования леса в России остается актуальным и не решаемым многие годы. Борьба с лесом в угоду развития сельского хозяйства в СССР, интеграция частного «лесоруба» в 90-е и закрепление его доминирования в современном Лесном кодексе России, попытка создать базу для выращивания лесов на землях сельскохозяйственного назначения в 2020 году и лишения этого права в 2022 году — все это создает хаос в лесном хозяйстве, приводящем к деградации лесов России, являющихся одним из главных богатств страны [1–6,812]. Н. И. Рыжков, член Комитета Совета федерации ФС РФ по федеративному устройству, региональной политике, местному самоуправлению и делам Севера, председатель Совета министров СССР в 1985–1991 годах, к. э. н. на презентации своей книги «Тревожные размышления о русском лесе» указал: «В 1953 году я познакомился с книгой Леонида Леонова «Русский лес». Постепенно, шаг за шагом я вникал в эту проблему, пытался понять, почему этот человек так глубоко залез в русский лес, какие были побудительные мотивы? Я сначала не понимал, но, когда несколько раз прочитал лекцию Ивана Вихрова, из этой книги, я понял, что весь смысл, вся глубина философии заключена именно в ней. Леонов понимал, что лес надо обязательно восстанавливать, или рано или поздно он погибнет. Тогда находились люди, которые говорили: «Ты против индустриализации идешь». И он оказывался в дураках. Эта книга вышла в декабре 1953 года, а за два месяца до этого вышло Постановление

ЦК и Совета Министров о лесе. Там все говорится о том, сколько нужно вырубить, сколько перевезти, но нет ни одной строчки, о том, как восстановить этот лес, что надо посадить какие-то деревья» [13].

Цель исследований — анализ двустороннего процесса ввода и вывода в оборот пахотных земель, оценка эффективности и перспектив выращивания лесов на землях сельскохозяйственного назначения

Объекты, условия и методы. Согласно статье 123 Лесному кодексу РФ, на землях сельскохозяйственного назначения могут располагаться леса. Согласно Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации: за период с 2010 по 2020 годы [3,9], в Российской Федерации произошло сокращение площади земель сельскохозяйственного назначения с 400 млн гектар до 382,4 млн. гектар, то есть на 17,6 млн. гектар, или на 4,6 процента. Результаты анализа двустороннего процесса ввода и вывода пахотных земель свидетельствуют о том, что за 2020 год по сравнению с 2019 годом площадь земель сельскохозяйственного назначения (пашни) увеличилась на 736,6 тыс. гектар. По состоянию на 1 января 2021 г., по данным субъектов Российской Федерации, из имеющихся земель сельскохозяйственного назначения неиспользуемыми остаются около 19,4 млн. гектар пашни (5,1 процента общей площади земель сельскохозяйственного назначения в стране).

Результаты и обсуждение. Государственная программа направлена на достижение следующих целей [3,11,14,15]:

- получение достоверных и актуальных сведений о количественных характеристиках и границах земель сельскохозяйственного назначения;
- вовлечение в оборот не менее 13,2 млн гектар неиспользуемых земель;
- обеспечение водного режима гидромелиоративных систем на площади 1,3 млн гектар;
- сохранение сельскохозяйственных угодий и химическая мелиорация почв на пашне на площади не менее 2,8 млн гектар;
- предотвращение от выбытия и сохранение мелиорированных земель в сельскохозяйственном обороте на площади не менее 3,6 млн гектар.

По данным Минсельхоза РФ, площадь неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации на 01.2020 г. составляла 44,9 млн га или 12 % земель всей категории, площадь неиспользуемых сельскохозяйственных угодий составляла 32,7 млн га или 16,5 %, не использовалось 19,3 млн га пашни. По результатам обследования сельскохозяйственных угодий в 2019 г. установлено, что 12,9 % подвержены ветровой эрозии, 19,3 % — водной, 6,4 % — переувлажнено [1,11].

По подсчетам «Гринпис Россия» в России присутствует порядка 76 млн га земель сельскохозяйственного назначения — это около 4,5 % территории страны [13]. Как правило, они уже недостаточно плодородны, чтобы использоваться по прямому назначению, но на них можно было бы выращивать лес [16]. При этом цель государственной программы по вводу в оборот составляет всего 13,2 млн. га. Если учесть площади мелиорированных в СССР земель, то получается следующая картина: общая площадь сельскохозяйственных угодий в СССР составляла 606,1 миллионов гектар, в том числе пашня 227,4 миллиона гектар (37,5 %), природные сенокосы 40,9 миллиона гектар (6,8 %), природные пастбища 332,3 миллиона гектар (54,8 %). Большая часть угодий требовала улучшений: 10 миллионов гектар пашни и 23 миллиона гектар сенокосов и пастбищ в осушении, свыше 65 миллионов гектар пашни в известковании, 26 миллионов гектар пашни и 100 миллионов гектар природных кормовых угодий с засоленными почвами в гипсовании и мелиоративной обработке, около 180 миллионов гектар эрозионно

опасной пашни в почвозащитных мероприятиях, а в южных засушливых районах использование орошения [8].

По мнению вице-президента Союза лесопромышленников и лесозэкспортеров Андрея Фролова, лесопромышленному комплексу нужно дополнительное сырье [12,15,16]. По мнению директора Института лесоведения РАН Андрея Сирина, угроза штрафов заставляет выкорчевывать лес, зачастую уничтожаются даже молодые сосны высотой 7–8 м; программа развития Нечерноземья и другие решения советского времени привели к тому, что нередко распахивались не очень эффективные для сельского хозяйства земли [16].

Можно выделить следующие причины или побудительные мотивы для выращивания лесов на землях сельскохозяйственного назначения:

- продажа древесины;
- сбор грибов, ягод и орехов, веточки для венчиков, бересту для печей, собирать кленовый и берёзовый сок;
- рекреация, организация кэмпинга, экотуризм;
- лес для поддержания пасеки;
- защита сельскохозяйственных или садовых культур от сильных ветров;
- лес как наследство;
- обеспечение себя дровами.

По мнению экспертов Гринпис [4,7,9,16,17], если выращивать лес на всех заброшенных сельскохозяйственных землях, то постепенно можно было бы увеличить заготовку древесины в России на 35 % до 288 млн куб. м. в год и создать 97 440 дополнительных постоянных рабочих мест.

Получение деловой древесины на землях сельхозназначения возможно через рубки ухода. Согласно П. С. Погребняку: «мероприятия по воспитанию леса начинают применять в молодом насаждении с момента смыкания его крон до приспевающей стадии насаждения, в среднем с возраста 5–10 лет» [10]. По экспертным оценкам лесного отдела Гринпис [4,7,9,16,17] в среднем на землях сельхозназначения количество молодых деревьев достигает 20 тыс. штук на 1 га (рис. 1), прореживание необходимо до 2–3 тыс. штук на 1 га (рис. 2), тогда достигается необходимое качество древесины:

Сельское лесоводство необходимо России, поскольку оно позволит развивать в стране лесоклиматические проекты и внести свой вклад в смягчение последствий климатического кризиса. Регионам выращивание леса на сельхозземлях поможет обеспечить себя необходимыми



Рисунок 1–20 000 шт./га



Рисунок 2–2 000...3 000 шт./га

ми объёмами древесины, при этом, не вырубая особенно ценные для животных и людей дикие леса. Частные домохозяйства не будут вынуждены уничтожать (часто – выжигать) лес вокруг своих домов под угрозой больших штрафов только потому, что он растёт на сельхозземле. Напротив, они даже смогут намеренно сажать, выращивать и продавать его, получая дополнительную прибыль за свой труд [17]. Постановления Правительства РФ от 21 сентября 2020 года № 1509 «Об особенностях, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения» с учетом Постановления правительства РФ № 1043 от 08.06.2022 г. [2], вступившее в силу 10 июня 2022 года, определяет, что к лесам, расположенным на землях сельскохозяйственного назначения, относятся лесные насаждения и (или) древесно-кустарниковая растительность, расположенные на земельных участках сельскохозяйственного назначения, на которых расположены леса (далее — земельные участки) площадью более 0,5 га с деревьями высотой более 5 метров и лесным растительным покровом, составляющим более 75 процентов площади земельного участка, с показателями сомкнутости крон древесного и кустарникового яруса 0,8–1,0 при одновременном наличии указанных признаков.

Частью 3 Постановления предусмотрено, что леса, расположенные на землях сельскохозяйственного назначения, подлежат освоению с соблюдением целевого назначения таких земель. В части 4 указывается, что использование лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения, допускается в целях, предусмотренных пунктами 1–8, 10, 10.1, 13–15 части 1 статьи 25 Лесного кодекса Российской Федерации. При этом не допускается размещение в соответствующих ле-

сах зданий, строений, сооружений, не предусмотренных пунктом 2 статьи 77 Земельного кодекса Российской Федерации. По отношению к первичному тексту Постановления в него были внесены изменения в части: 1) изменили уведомительный порядок рубки на разрешительный; 2) принятию решения будет предшествовать выход специалистов на место и обследование деревьев с фото и видеофиксацией; 3) решение о возможности рубки будет приниматься комиссионно, с участием уполномоченного органа; 4) лесопользователь обязан составить проект освоения лесов, который подлежит государственной экспертизе, а также в его обязанности теперь входит предоставление лесной декларации, отчетов об использовании лесов, охране лесов от пожаров, защите лесов и воспроизводстве лесов (в части мероприятий по уходу за лесами).

Неоднозначным и ущемляющим права собственников, уведомивших органы государственной власти об использовании лесов на землях сельскохозяйственного назначения является часть 7 Положения, то указано, что «Правообладатель либо уполномоченное им лицо до 1 октября 2023 г. или в течение 2 лет со дня возникновения права на соответствующий земельный участок вправе направить по форме согласно приложению заявление об использовании земельного участка в целях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения (далее — заявление), в территориальный орган Федеральной службы по ветеринарному и фитосанитарному надзору с указанием сведений о количественных и качественных характеристиках лесных насаждений, расположенных на соответствующих земельных участках, составленных по форме приложения к заявлению.

Согласно комментарию, представленному экспертами правовой системы Консультант плюс: «Правообладатели, направившие уведомления об использовании лесов до 10.06.2022, обязаны направить в территориальные органы Россельхознадзора заявления в течение года с указанной даты». Полагаю, что данный факт противоречит принципу статьи 54 Конституции РФ, определяющей принцип необратимости действия закона в отягчающую сторону [6]. Согласно части 7(4) Положения: Межведомственная комиссия принимает отрицательное решение при наличии хотя бы одного из следующих оснований:

- в экспертном заключении сделан вывод о несоответствии лесных насаждений и (или) древесно-кустарниковой растительности критериям отнесения их к лесам, расположенным на землях сельскохозяйственного назначения, которые указаны в пункте 1 Положения;
- отсутствуют сведения о правах на земельный участок в Едином государственном реестре недвижимости или отсутствуют правоустанавливающие документы на земельный участок, в отношении которого подано заявление, а в случае, предусмотренном пунктом 10 настоящего Положения, также отсутствуют сведения о местоположении границ земельного участка в Едином государственном реестре недвижимости;
- земельный участок отнесен в соответствии с законодательством Российской Федерации либо законодательством субъектов Российской Федерации к особо ценным продуктивным сельскохозяйственным угодьям.

Принятие отрицательного решения по иным основаниям, не предусмотренным настоящим пунктом, не допускается.

Согласно Статье 79 Земельного кодекса РФ [5] Особенности использования сельскохозяйственных угодий: пункт 1. Сельскохозяйственные угодья — пашни, сенокосы, пастбища, залежи, земли, занятые многолетними насаждениями (садами, виноградниками и другими) — в составе земель сельскохозяйственного назначения имеют приоритет в использовании и подлежат особой охране.

Пункт 4. Особо ценные продуктивные сельскохозяйственные угодья, в том числе сельскохозяйственные угодья опытно-производственных подразделений научных организаций и учебно-опытных подразделений образовательных организаций высшего образования, сельскохозяйственные угодья, кадастровая стоимость которых

существенно превышает средний уровень кадастровой стоимости по муниципальному району (городскому округу), могут быть в соответствии с законодательством субъектов Российской Федерации включены в перечень земель, использование которых для других целей не допускается. Таким образом, вопрос об особо ценных продуктивных сельскохозяйственных угодьях достаточно аморфный и любая земля, которая в российском кадастре определена как сельскохозяйственные угодья может быть определена как особо ценная и тем самым введен запрет на выращивание лесов на землях сельскохозяйственного назначения.

Часть 21 Положения Постановления Правительства, указывает, что «при использовании, охране, защите лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения, уходе за такими лесами, составляется проект освоения лесов», что также не различает экономическое положения и компетенции коммерческого сектора и владельцев, например, паевых земель в размере участка 3–7 га. На обоих накладывается обязанность вовлечения в коммерческую профессиональную деятельность. При этом тысяча га 40–50 летнего леса имеет не сравнимое экономическое значение с самосевной древесно-кустарниковой растительностью возрастом 15–20 лет на низкопродуктивных почвах на участке площадью 3–7 га, то есть в размере одного земельного пая, которые имеются, например, в Нижегородской области.

Я бы хотел рассмотреть пример с принадлежащим мне на праве собственности участком из земель сельскохозяйственного назначения, расположенном в Нижегородской области городском округе город Бор, вблизи деревни Лихачево (рис. 3). Базовой характеристикой является два факта:

1. Участок не обрабатывается с конца 90х гг. 20 века и на год оформления участка из пайевой собственности он уже имел деревья возрастом примерно 20 лет.

2. Участок площадью 4,4 га, примерно на 50 % своей площади не пригоден для сельскохозяйственной деятельности. Слабые низкоплодородные песчаные и болотистые земли, а в части территории участка грунт был снят для строительства дорожной насыпи, проходящей по границам участка.

Основными видами древесных пород являются береза и ива с редкими вкраплениями сосны, и осины. Стоит учесть и фактор стоимости рас-



Рисунок 3 — Участок земель сельскохозяйственного назначения, расположенный в Нижегородской области городском округе город Бор, вблизи деревни Лихачево

чистки покрытой лесом земли сельхозназначения. Средняя цена расчистки одного гектара от леса и рекультивация почвы составляет около 100 тысяч рублей. Тем самым, на расчистку среднего участка выделенного в счет пая бывшего сельхозпредприятия составит не менее 400 тысяч рублей. Данный факт является не рентабельным для владельцев участков и, по сути, ставит их в кабальные условия, вынуждающие отказаться от своей земли.

Таким образом, по мнению автора, в настоящее время, происходит необоснованное ужесточение законодательства в части использования земель сельскохозяйственного назначения под выращивание лесов. Полностью не учитываются факторы почвенного и социально-экономического характера, расположения земельных участков, которые возможны к использованию как лесные комплексы. Факторы размера участка и качество земель на нем не выделяются в Постановлении Правительства РФ, что создает дискриминацию при затратах на обследование участка для крупных землевладельцев, имеющих возможность коммерческого использования земли и владельцев выделенных паев из земель сельскохозяйственного назначения, которые не ставят своей целью коммерческое использование земли сельскохозяйственного назначения, либо коммерческое использование подразумевается не в заготовке древесины.

Не учитывается экологический фактор необходимости восстановления лесов для нормализации экологического баланса природы, ущемленного в годы активной мелиорационной деятельности в СССР. Также не учитывается факт того, что в России на федеральном уровне не поставлены

задачи и не выработаны экономические инструменты, обеспечивающие ввод в экономический оборот заросших земель сельскохозяйственного назначения. В связи с этим, не прорабатывается вопрос о формировании индустрии агролесоводства, который бы мог стать формой развития малого агробизнеса.

Предложения по решению поставленной проблемы:

- Ввести дифференциацию по площадям земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения
- Разделять категории лесов на землях сельхозназначения по ст. 25 ЛК РФ, о чем внести изменения в Постановление Правительства РФ 1509 (например, заготовка древесины и рекреация или образование)
- Учитывать почвенные условия и территориальное расположение земельных участков
- Сформировать образовательные программы по курсу частного лесоводства на землях сельхозназначения и грантовый фонд для развития агролесоводства
- Предоставить собственникам право продажи по кадастровой цене земельного участка земель сельхозназначения государству.

Вывод. На современном этапе развития лесных и земельных отношений назрела необходимость в актуализации нормативно-правовой базы в сфере регулирования оборота земель сельскохозяйственного назначения, занятых древесной и кустарниковой растительностью. Целесообразно ввести терминологическое определение понятия «леса на землях сельскохозяйственного назначения».

Список литературы

1. Барсукова Г. Н., Шеуджен З. Р., Деревенец Д. К. Сокращение площади сельскохозяйственных угодий и пашни как общемировая тенденция уменьшения части ресурсного потенциала аграрного производства // *International agricultural journal*. — 2021. — № 6. — С. 524–544.
2. Внесены изменения в Постановление Правительства № 1509 — о рубках лесных насаждений на землях сельскохозяйственного назначения (mosreg.ru) [электронный ресурс].
3. Государственная программа эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации. Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 14 мая 2021 г. N 731 [электронный ресурс].
4. Давыдова Ю. Люди любят лес // <https://greenpeace.ru/stories/2021/11/12/ljudi-ljubjat-les/> [электронный ресурс].
5. Земельный кодекс РФ // «Земельный кодекс Российской Федерации» (ЗК РФ) от 25.10.2001 N 136-ФЗ (последняя редакция) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019) КонсультантПлюс (consultant.ru) [электронный ресурс].
6. Конституция РФ // «Конституция Российской Федерации» (принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) / КонсультантПлюс (consultant.ru) [электронный ресурс].
7. «Гринпис» составил рейтинг регионов по площади заброшенных земель // <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2019/05/27/802518-grinpis-sostavil-reiting> [электронный ресурс].
8. Карманов И. И. Почвенно-климатические ресурсы СССР // Научные основы современных систем земледелия. Гл. II. / под ред. академика ВАСХНИЛ А. Н. Каштанова [А. Н. Каштанов, И. И. Карманов, М. И. Сидоров и др.]. М.: Агропромиздат, 1988. — 255 с. ISBN 5–10–000422–3
9. Правительство запретило россиянам выращивать леса на сельхозземлях // <https://greenpeace.ru/news/2022/06/14/pravitelstvo-zapretilo-rossijanam-vyrashhivat-lesa-na-selhozzemljah/> [электронный ресурс].
10. Погребняк П. С. Общее лесоводство. — М.: Книга по Требованию, 2013. — 440 с. ISBN 978–5–458–28133–1
11. Стратегия развития АПК // Природно-ресурсные ведомости № 502–503, 2022 г.
12. Хозяева леса. В России начинает формироваться класс аграриев-собственников лесных территорий // <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/37044-khozyaeva-lesa-v-rossii-nachinaet-formirovatsya-klass-agrariyev-sobstvennikov-lesnykh-territoriy/> [электронный ресурс].
13. <http://freeconomy.ru/news/nikolaj-ryzhkov-predstavil-knigu-o-russkom-lese.html> [электронный ресурс].
14. <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/69059.html/?ysclid=laqra8jb3r115006464> [электронный ресурс].
15. <https://www.vedomosti.ru/economics/articles/2019/05/27/802518-grinpis-sostavil-reiting> [электронный ресурс].
16. <https://maps.greenpeace.org/maps/aal/> [электронный ресурс].
17. <https://greenpeace.ru/news/2022/06/14/pravitelstvo-zapretilo-rossijanam-vyrashhivat-lesa-na-selhozzemljah/> [электронный ресурс].

Информация об авторах

ХРЫКОВ Владимир Павлович — магистрант 2 курса факультета лесного хозяйства, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия, Нижний Новгород, Россия, председатель Нижегородского отделения Межрегионального фонда поддержки и развития льняной отрасли «Льняной союз». Область научных интересов — лесное хозяйство, лесовосстановление, агро-лесоводство и проблемы актуализации нормативно-правовой базы в сфере регулирования оборота земель сельскохозяйственного назначения, занятых древесной и кустарниковой растительностью. E-mail: centrsrpn@yandex.ru

PROBLEMS OF FOREST CULTIVATION ON AGRICULTURAL LANDS IN THE ASPECT OF AMENDMENTS TO THE DECREE OF THE GOVERNMENT OF THE RUSSIAN FEDERATION No. 1509

V. P. Hrykov^{1, 2}

¹The City State Agricultural Academy, Nizhny Novgorod, Russia

²The city branch of the Interregional Fund for the Support and Development of the linen industry «Flax Union»

Abstract. In 2020, Russia adopted a Decree of the Government of the Russian Federation, which created the basis for the formation of forests in the country on agricultural land. This tool created the possibility of rational use of part of the land that was not involved or not suitable for agricultural turnover. But since 2022, amendments made to the Decree of the Government of the Russian Federation have complicated the possibilities of forming agroforestry industries and intensive forest cultivation. In this study, the author tried to consider the basic issues of the problem of forest cultivation on agricultural lands in connection with the tightening of legislation.

Keywords: agricultural lands, forests, government decree 1509, forests on agricultural lands.

Сборник статей

Под общей редакцией
Н. Н. Бессчетновой — декан факультета лесного хозяйства,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

*Сборник научных статей по материалам Всероссийской (национальной)
научно-практической конференции, посвященной 70-летию Владимира Петровича Бессчетнова,
заведующего кафедрой «Лесные культуры» Нижегородской государственной
сельскохозяйственной академии, доктора биологических наук,
профессора и 30-летию высшего лесного образования в Нижегородской области*

25 ноября 2022 года.

Публикуется в авторской редакции.
Компьютерная верстка: А. Г. Казаков

Подписано к публикации 29.12.2022
Формат 60×84 1/8.
ISBN 978-5-6048435-2-9

ФГБОУ ВО «Нижегородская государственная
сельскохозяйственная академия»
603107, Нижний Новгород, проспект Гагарина, 97