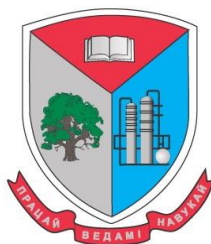


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

*Посвящается Дню белорусской науки,  
165-летию лесотехнического образованию Беларуси,  
60-летию организации научно-исследовательской части БГТУ,  
190-летию со дня рождения Д.И. Менделеева*



**ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО**

**Материалы докладов 88-й научно-технической конференции  
профессорско-преподавательского состава,  
научных сотрудников и аспирантов  
(с международным участием)**

**29 января–16 февраля 2024 года**

Минск 2024

УДК 630:005.745(6)(0.034)

**Лесное хозяйство** : материалы 88-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 29 января – 16 февраля 2024 г. [Электронный ресурс] / Белорус. гос. технол. ун-т ; отв. за изд. И. В. Войтов. – Минск : БГТУ, 2024. – 587 с.  
ISBN 978-985-897-186-1.

В издании представлены результаты научно-исследовательских работ, проводимых профессорско-преподавательским составом, аспирантами и студентами БГТУ и научными сотрудниками организаций, осуществляющих свою деятельность в лесной отрасли республики и зарубежья. Освещены наиболее актуальные достижения научного познания и передовые практические наработки в области лесоустройства и лесной таксации, лесоводства, лесных культур и лесной селекции, защиты и охраны лесов, информационных технологий в лесном хозяйстве, дендрологии, древесиноведения, физиологии растений, охотоведения, озеленения населенных пунктов, ландшафтного проектирования, побочного пользования лесными ресурсами.

Сборник представляет интерес для лесоводов-практиков, научных работников, аспирантов и студентов высших и средних специальных учебных заведений по соответствующему профилю.

Рецензенты: д-р биол. наук, проф. кафедры туризма, природопользования и охотоведения  
В.М. Каплич;  
декан лесохозяйственного факультета,  
канд. эконом. наук, доц.  
Н.Т. Юшкевич

Главный редактор ректор, профессор И.В. Войтов

**ISBN 978-985-897-186-1.** © Белорусский государственный  
технологический университет, 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ильющик М.А.</i> О цифровом развитии в лесной отрасли. Задачи и перспективы....	12
<i>Аксянова Т.Ю.</i> Природный стиль в озеленении городов (на примере Красноярска) .....	16
<i>Аксянова Т.Ю.</i> Экологическое благоустройство зеленых троп, как основа сохранения природных экосистем .....	19
<i>Андреева В.Л.</i> Перспективы развития ботанического туризма в Беларуси .....	22
<i>Асмоловский М.К., Мохов С.П., Беляков А.А.</i> Создание малогабаритного трактора с электросиловым приводом и его применение в питомническом хозяйстве.....	25
<i>Бахур О.В., Каплич В.М., Митренков А.Д.</i> Биотехнические и противопаразитарные мероприятия при вольерном содержании диких парнокопытных животных в северной лесорастительной подзоне Беларуси .....	29
<i>Бахур О.В., Митренков А.М.</i> Влияние копытных животных на подлесочную растительность в лесных охотничьих угодьях Негорельского учебно-опытного лесхоза .....	30
<i>Бегун А.А., Пошелюк А.Д., Буга С.В.</i> Тли (Aphidoidea), повреждающие березу и ольху в лесопосадках и зеленых насаждениях в Беларуси .....	32
<i>Бельчина О.Г., Климчик Г.Я.</i> Видовое разнообразие подроста хозяйственно- ценных пород в березовых лесах .....	36
<i>Бениц С.Э., Бурганская Т.М.</i> Особенности использования габионных конструкций в ландшафтном дизайне .....	39
<i>Берёзко О.М., Козич А.С.</i> Системы и отдельные устройства для управления ливневыми стоками .....	43
<i>Берёзко О.М., Ромме Н.С.</i> Малые архитектурные формы в системах статической городской навигации.....	47
<i>Бессараб Д.А.</i> Национальная литвинско-белорусская кухня как объект туризма .....	51
<i>Блинцов А.И., Козел А.В.</i> Формирование и использование учебно-методического комплекса по дисциплине «Лесная энтомология» для совершенствования образовательного процесса в системе менеджмента качества БГТУ по направлению деятельности «Защита леса».....	56
<i>Босак В.М., Сачыўка Т.У., Дамнянкова А.У.</i> Асаблівасці назапашвання радыенуклідаў у лясных экасістэмах.....	60
<i>Бурганская Т.М., Волченкова Г.А., Макознак Н.А., Серко Н.В.</i> Разнообразие и состояние растений рода <i>Chamaecyparis</i> Sprach. в коллекционных посадках партерной части ботанического сада Белорусского государственного технологического университета.....	63
<i>Бурганская Т.М., Макознак Н.А., Волченкова Г.А.</i> Формирование композиций цветников природно-ландшафтного типа с учетом ролевых функций растений.....	67
<i>Волошина Е.Р., Звягинцев В.Б.</i> Мониторинг и оценка рисков поражения лесных насаждений НП «Браславские озера» инвазивными видами патогенных организмов .....	71
<i>Гвоздев В.К., Козел А.В., Алифировец Г.В.</i> Влияние густоты посадки на макроструктуру древесины ели европейской .....	75
<i>Гладких С.Н., Афанасьева Д.А.</i> Плодородие почв при использовании растительных остатков в земледелии .....	78

<i>Гольшиев В.А., Коптев С.В.</i> Форма стволов березы в прибрежной полосе Белого моря .....	81
<i>Гордей Д.В.</i> Пугало для защиты посадок голубики высокорослой ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) от птиц и зверей.....	85
<i>Гордей Д.В.</i> Укрытие сеткой посадок голубики высокорослой ( <i>Vaccinium corymbosum</i> L.) от птиц .....	86
<i>Давыдова С.Г.</i> Особенности видового состава лесного фонда Новгородской области.....	88
<i>Дегтярёва Е.И., Коваленко С.А., Петровская Т.А., Зинкевич О.В., Дегтярёва А.В.</i> Бактерицидные свойства <i>Ganoderma lingzhi</i> .....	92
<i>Демид Н.П., Минкевич С.И., Ожич О.С.</i> Текущий прирост дубрав Беларуси: нормативы, методика расчета, результат .....	96
<i>Домненкова А.В., Чернушевич Г.А., Ермак И.Т., Босак В.Н.</i> Прогноз изменения радиационной обстановки на территории Великолукского лесничества ГСЛХУ «Ветколвский спецлесхоз».....	101
<i>Дробнова Н.Ю., Юдина О.А., Наквасина Е.Н.</i> Рост и морфолого-генетические особенности климатипов ели обыкновенной при испытании на Европейском Севере России .....	105
<i>Евсеева О.П., Демко Л.А., Шумская П.В.</i> Особенности проектирования пришкольного участка для выращивания декоративных и сельскохозяйственных культур с целью допрофессиональной подготовки учащихся с ОПФР и инвалидов .....	109
<i>Ермак И.Т., Домненкова А.В., Босак В.Н.</i> Рост и морфолого-генетические особенности климатипов ели обыкновенной при испытании на Европейском Севере России .....	112
<i>Здановіч Н.І.</i> Балота як прыродна-культурны аб'ект: роля ў гісторыі традыцыйнай культуры і выкарыстанне ў турысцка-экскурсійнай дзейнасці.....	116
<i>Зельвович И.К.</i> Использование древесных растений для создания садов непрерывного цветения.....	120
<i>Зельвович И.К., Устинович Т.М.</i> Приемы ландшафтного проектирования территории агроусадьбы.....	124
<i>Зенюк К.В., Ярмолович В.А., Пантелеев С.В., Падутов А.В., Баранов О.Ю.</i> Видовой состав грибов – факультативных паразитов на корнях самосева и семян сосны обыкновенной .....	128
<i>Иващенко Л.О., Баранов О.Ю., Пантелеев С.В., Кирьянов П.В.</i> ПЦР-диагностика INA-маркера в патосистеме <i>Fusarium</i> Spp.– <i>Pinus sylvestris</i> L.	132
<i>Каплич В.М., Бахур О.В., Моложавский А.А.</i> Паразитоценозы благородного оленя в вольерах северной лесорастительной подзоны Беларуси.....	135
<i>Каплич В.М., Мяцова Т.Я., Бахур О.В.</i> Паразитоценозы европейской лани в вольерах северной лесорастительной подзоны Беларуси.....	136
<i>Катковский Л.В., Мартинов А.О., Красовская О.О., Литвинович Г.С.</i> Классификация данных авиационных измерений хвойных лесов для обнаружения очагов усыхания.....	137
<i>Киреева Ю.А.</i> Лесоводственно-таксационная оценка лесных насаждений липы мелколистной Березинско-Предполесского геоботанического округа подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов .....	139
<i>Кирьянов П.С., Пантелеев С.В., Можаровская Л.В., Баранов О.Ю.</i> Анализ транскриптома камбиальных тканей карельской березы .....	143

<i>Климчик Г.Я., Бельчина О.Г.</i> Влияние лесных пожаров на запасы подстилки и потери элементов питания.....	146
<i>Климчик Г.Я., Бельчина О.Г.</i> Зависимость величины послепожарного отпада деревьев от диаметра древостоя и средней высоты нагара на стволах.....	149
<i>Клыш А.С., Юшкевич М.В., Шиман Д.В.</i> Современные закономерности динамики естественного возобновления на вырубках с лесными культурами и оставленных под естественное возобновление после сплошнолесосечных рубок главного пользования.....	152
<i>Кобзарь-Шпиганович А.В., Звягинцев В.Б., Прохорова А.Г.</i> Анализ фитосанитарного риска опасного карантинного организма <i>Bursaphelenchus xylophilus</i> в Беларуси.....	155
<i>Ковалевич А.И., Кончиц А.П., Можаровская Л.В., Сачек А.П., Мальцева Л.В.</i> Оценка смолопродуктивной способности деревьев сосны обыкновенной в условиях Жорновской ЭЛБ.....	157
<i>Коваленко С.А.</i> Ростовые характеристики <i>Schizophyllum commune</i> на различных твердофазных субстратах.....	160
<i>Ковригина А.А., Попов А.Г., Третьяков С.В.</i> Оценка ресурсного потенциала дикорастущих ягодников Приморского района Архангельской области.....	164
<i>Козел А.В., Гвоздев В.К., Алифировец Г.В.</i> Сравнительный анализ показателей плотности древесины ели европейской в насаждениях разной густоты посадки.....	167
<i>Комарова В.А., Куфко И.Э., Шевко Н.В., Константинов А.В., Пантелеев С.В.</i> Ризоктониоз семян сосны и ели в лесных питомниках Беларуси.....	171
<i>Коновалова Д.А., Братилова Н.П., Коротков А.А.</i> Особенности роста семян сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой.....	175
<i>Константинов А.В., Велюгина А.С., Хархасова И.А., Коваленко С.А., Пантелеев С.В.</i> Определение кислотности субстратов при твердофазном культивировании некоторых сапротрофных грибов.....	178
<i>Константинов А.В., Кулагин Д.В., Богинская Л.А., Осипенко Н.В., Полевикова Е.Н., Емельянова О.В., Кусенкова М.П.</i> Морфофизиологические реакции регенерантов березы в условиях моделируемых абиотических стрессов <i>in vitro</i> .....	182
<i>Константинов А.В., Острикова М.Я., Хархасова И.А., Пантелеев С.В.</i> Применение различных режимов поверхностной стерилизации эксплантов при получении чистых культур грибов.....	186
<i>Коптев С.В., Ярославцев С.В.</i> Товарность ельников на северном пределе распространения.....	189
<i>Копытков В.В., Крук Н.К., Ходосок Ю.А.</i> Изучение влияния способов предпосевной обработки желудей на рост и развитие семян дуба черешчатого.....	194
<i>Копытков В.В., Рассафонов В.Е.</i> Оценка лесоводственной эффективности созданных лесных культур на землях бывшего сельхозпользования в зоне первоочередного отселения.....	198
<i>Коцан В.В., Мелех А.Г., Севко О.А., Ожич О.С.</i> Использование индексов конкуренции для отбора деревьев в рубки ухода.....	201
<i>Коцан В.В., Ожич О.С., Севко О.А., Балакир М.В.</i> Моделирование развития лесных пожаров с учетом данных о состоянии лесных массивов и метеорологических условий.....	204

<i>Кравченко О.В.</i> О точности автономных определений координат при съемке лесонасаждений навигационными приемниками Garmin .....	208
<i>Кубрак А.В., Печень В.С.</i> Оценка приживаемости лесных культур 1-го года посадки в производственных условиях .....	212
<i>Кулак А.В.</i> Особенности возникновения и функционирования очагов американской белой бабочки ( <i>Hyrphantria cunea</i> Drury, 1773) на территории Беларуси вне населенных пунктов.....	216
<i>Кулик А.А., Копытков В.В.</i> Исследование технологии получения новых видов органоминеральных удобрений с использованием отходов лесного и сельскохозяйственного производства .....	220
<i>Куфко И.Э., Комарова В.А., Шевко В.Н., Константинов А.В., Пантелеев С.В.</i> Разработка элементов системы CRISPR/Cas9 для редактирования генов биосинтеза лигнина у <i>Populus alba</i> и <i>Populus trichocarpa</i> .....	224
<i>Кухта В.Н.</i> Оценка санитарного состояния древостоев в очагах вершинного короеда.....	226
<i>Лазаренко М.В.</i> Характер размещения мин личинок минирующей мухи <i>Aulagromyza caraganae</i> (Rohdendorf-Holmanová) на сложных листьях караганы древовидной ( <i>Caragana arborescens</i> Lam.).....	230
<i>Ломако А.А., Катковский Л.В.</i> Исследование распределений спектральных отражательных характеристик крон ели обыкновенной по данным БПЛА для распознавания усыханий.....	234
<i>Лукин В.В., Старикова Л.И., Тимашикова А.В., Хозяшева Ю.Д., Кикеева А.В.</i> Структура крупных древесных остатков в высоковозрастных сосняках в условиях постпирогенной динамики .....	237
<i>Макознак Н.А., Бурганская Т.М., Волченкова Г.А.</i> К 100-летию со дня рождения профессора Василия Григорьевича Антипова.....	240
<i>Мамуль В.О., Ларина Ю.А.</i> Формирование естественных сосновых насаждений в процессе проведения полосно-постепенных рубок в Гезгаловском лесничестве Дятловского лесхоза.....	244
<i>Маховик И.В., Бордок И.В., Волкова Н.В., Родионов С.Ф.</i> Практика и перспективы внедрения технологий выращивания сортового посадочного материала голубики топяной ( <i>Vaccinium uliginosum</i> L.) в лесном питомнике .....	248
<i>Мащицкий А.В., Носников В.В.</i> Опыт создания лесных культур сосны обыкновенной после сплошных санитарных рубок на примере Любанского лесхоза .....	251
<i>Мельник П.Г., Мартыненко А.А.</i> Методика определения степени пожелтения хвои у различных видов лиственницы в условиях Подмоскovie .....	254
<i>Мельник П.Г., Ребко С.В.</i> Результаты роста и продуктивности экотипов сосны обыкновенной зоны смешанных лесов в фазе формирования стволов в условиях Мещерской низменности .....	257
<i>Минкевич С.И., Севрук П.В., Балакир М.В.</i> Выявление и передача под охрану мест обитания диких животных: анализ баз данных правовой информации.....	261
<i>Минкевич С.И., Севрук П.В., Балакир М.В.</i> Выявление и передача под охрану мест произрастания дикорастущих растений: анализ баз данных правовой информации.....	265
<i>Минкевич С.И., Севрук П.В., Демид Н.П., Балакир М.В., Машковский В.П.</i> Анализ основных ТНПА по лесоуправлению: согласованность информации, наличие противоречий, требуемые обновления .....	268

<i>Можаровская Л.В., Кирьянов П.С., Падутов А.В.</i> Оценка копийности ДНК-локусов, ассоциированных с анатомическими признаками древесины, плюсовых деревьев сосны обыкновенной .....	271
<i>Моксина Н.В., Коломыцев М.В.</i> Показатели семенного потомства яблони в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского .....	274
<i>Мясцова Т.Я., Каплич В.М., Бахур О.В.</i> Современные антгельминтики для профилактики гельминтозов диких парнокопытных животных в вольерах северной лесорастительной подзоны Беларуси.....	277
<i>Наквасина Е.Н., Чупров А.В., Прожерина Н.А.</i> Географические культуры в современных лесоводственных исследованиях.....	278
<i>Наукович Е.А., Романчук А.В.</i> Сорная растительность лесного питомника Воложинского лесхоза и применение гербицидов для борьбы с ней .....	282
<i>Нестюк А.М.</i> Аллельное разнообразие гена PaLAR3 ели европейской, ассоциированного с устойчивостью к еловой корневой губке .....	285
<i>Новикова Т.П., Новикова Т.В., Новиков А.И.</i> Влияние уплотнения почв на процесс лесовосстановления .....	287
<i>Новикова Т.П., Петрищев Е.П., Новиков А.И.</i> Влияние физико-механических свойств почвы на процесс адаптивного лесовосстановления.....	291
<i>Носников В.В., Босовец М.М., Селищева О.А., Севрук Т.Д., Дашкевич С.А.</i> Влияние спектрального состава светодиодного излучения на прорастание и развитие проростков сосны обыкновенной и ели европейской.....	295
<i>Носников В.В., Граник А.М., Юрениа А.В., Селищева О.А., Алат М.</i> Опыт применения гидрогеля и регулятора роста «Эпин» для повышения приживаемости и роста лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой .....	298
<i>Носников В.В., Потапова А.В., Домасевич А.А., Вишневецкая Е.А.</i> Рост лесных культур ели европейской первого года выращивания, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой (ЗКС) .....	302
<i>Носников В.В., Юрениа А.В., Селищева О.А., Граник А.М.</i> Анализ создания лесных культур с закрытой корневой системой.....	306
<i>Овсянников А.В., Третьяков С.В.</i> Лесоводственно-экологические параметры отвода лесосек в северо-таежных насаждениях с учетом рельефа местности.....	310
<i>Петрович О.Д., Носников В.В.</i> Анализ приживаемости лесных культур ели европейской, созданных саженцами и сеянцами с закрытой корневой системой в Борисовском опытном лесхозе.....	314
<i>Плотникова Д.С., Марченко С.И.</i> Особенности долевого участия ясеня в составе насаждений естественного и искусственного происхождения в Брянских лесах.....	316
<i>Подошвелев Д.А.</i> Особенности формирования растительности экотона .....	320
<i>Подошвелев Д.А., Митренков А.М.</i> Оценка методов защиты лесных культур на территории Негорельского учебно-опытного лесхоза.....	324
<i>Понтус А.Р., Романова М.Л.</i> Разработка системы дистанционного лесопатологического мониторинга с использованием беспилотных летательных аппаратов и искусственного интеллекта с целью автоматической детекции полученных материалов съемки .....	326
<i>Понтус А.Р., Романова М.Л., Давидович Ю.С., Дольский В.Л., Аниськов И.П.</i> Разработка системы дистанционного лесопатологического мониторинга с использованием беспилотных летательных аппаратов и искусственного интеллекта автоматической детекции полученных материалов съемки .....	332

<i>Понтус А.Р., Романова М.Л., Червань А.Н.</i> Оценка агрохимического потенциала Припятского Полесья по материалам мультиспектральной космической съемки.....	340
<i>Поплавская Л.Ф., Ребко С.В.</i> Методика и критерии отбора плюсовых насаждений березы повислой.....	344
<i>Поплавская Л.Ф., Ребко С.В., Тулик П.В.</i> Прогнозирование эффективности отбора на основании использования коэффициента наследуемости .....	347
<i>Потапенко А.М., Толкачева Н.В., Козлов А.К., Кудин М.В.</i> Особенности лесопользования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике с учетом радиационного аспекта .....	352
<i>Потапова А.В., Домасевич А.А., Вишневецкая Е.А.</i> Биометрические характеристики посадочного материала клена остролистного при выращивании в условиях закрытого грунта на базе учреждения «Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр» .....	356
<i>Потапова А.В., Домасевич А.А., Вишневецкая Е.А.</i> Влияние агротехнических приемов на биометрические характеристики однолетних сеянцев ясеня обыкновенного с закрытой корневой системой .....	360
<i>Потапова А.В., Домасевич А.А., Вишневецкая Е.А.</i> Выращивание посадочного материала ольхи черной с открытой и закрытой корневой системой в условиях закрытого грунта на базе учреждения «Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр».....	364
<i>Потапова А.В., Домасевич А.А., Вишневецкая Е.А.</i> Выращивание сеянцев дуба черешчатого в условиях закрытого грунта с открытой и закрытой корневой системой на базе учреждения «Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр» .....	368
<i>Потапова А.В., Домасевич А.А., Вишневецкая Е.А.</i> Подготовка семян липы мелколистной к посеву с использованием химической скарификации .....	371
<i>Потапова А.В., Домасевич А.А., Вишневецкая Е.А.</i> Рост однолетних сеянцев березы повислой в условиях закрытого грунта на базе учреждения «Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр».....	374
<i>Потапова А.В., Звягинцев В.Б.</i> Оценка эффективности методов прививки ясеня обыкновенного для вегетативного размножения растений устойчивых к халаровому некрозу.....	377
<i>Приходько О.Ю.</i> Распределение земель государственного лесного фонда, непокрытых лесной растительностью, по способам лесовосстановления в Приморском крае .....	379
<i>Прищепов А.А.</i> Лесоводственная эффективность проведения первого приема рубок обновления в сосняках орляковых .....	383
<i>Протас Д.П., Марцута С.С.</i> Испытания биопрепарата БАКТОЦИД против хвое- и листогрызущих вредителей .....	386
<i>Прохорова А.Г., Звягинцев В.Б.</i> Разработка методики вероятностной оценки пригодности эколого-климатических факторов для развития карантинных организмов на основе компьютерного моделирования .....	389
<i>Пугачевский А.В., Игнатьев Я.К., Тимашикова А.В., Жданович С.А.</i> Концепция системы оперативной оценки и прогнозирования последствий неблагоприятных погодных условий в лесных экосистемах .....	392
<i>Пушкин А.А., Коцан В.В., Цай С.С., Сидельник Н.Я., Ковалевский С.В., Ильючик М.А.</i> Концепция создания и перспективные функции геосервиса мониторинга состояния лесов .....	397



Пушкин А.А., Машковский В.П., Сидельник Н.Я., Судник А.В. Программное обеспечение формирования и поддержки базы данных характеристик защитных древесных насаждений .....	401
Пушкин А.А., Севрук П.В., Коцан В.В., Ожич О.С., Ильючик М.А. Динамика спектрального индекса NDVI усыхающих хвойных насаждений .....	404
Ребко С.В., Новиков А.И., Новикова Т.П., Петрищев Е.П. Разноуровневые корреляционные связи между размерными и весовыми показателями семян сосны обыкновенной сорта «Негорельская» .....	407
Ребко С.В., Поплавская Л.Ф., Тупик П.В., Боровик П.В. Строение географических культур сосны обыкновенной по диаметру .....	412
Ребко С.В., Поплавская Л.Ф., Тупик П.В., Найденов Б.А. Строение географических культур ели европейской по диаметру .....	414
Репях М.В., Терешкова В.Д. Результаты состояния озеленения ландшафта МАДОУ Детский сад № 15 «Сибирячок» г. Канска .....	417
Рогинская Ю.С. Использование данных морфометрии для разграничения возрастов личинок галлицы <i>Obolodiplosis robiniae</i> (Hald.) – инвазивного вредителя робинии обыкновенной .....	421
Родионов С.Ф. Перспективы культивирования съедобного базидиального гриба <i>Auricularia nigricans</i> в природных условиях юго-востока Беларуси .....	425
Родовня Т.А. ЕГАИС как инструмент контроля всех этапов движения древесины, рационального использования лесных ресурсов и предотвращения перерубов .....	428
Романова А.Б., Михальцова Д.А. Структура зеленых насаждений в жилых дворах Советского района города Красноярска.....	432
Рыжов Я.А. Бесплатные спутниковые системы в информационной оценке прироста лесного насаждения вдоль линейного энергетического коридора: возможности и оценка ограничений.....	435
Сачыўка Т.У., Босак В.М. Вострасмакавыя культуры ў ландшафтным будаўніцтве.....	440
Севко О.А., Коцан В.В. Влияние пространственного размещения вырубаемых деревьев на прирост оставшейся части древостоя.....	443
Севницкая Н.Л., Усанова Е.Н., Тегленков Е.А. Санитарно-оздоровительные мероприятия в еловых насаждениях на примере Двинской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси .....	448
Севрук Т.Д., Носников В.В. Оценка качества торфяных субстратов методом кондуктометрии .....	452
Селищева О.А., Граник А.М., Юрениа А.В., Романчук А.В., Гуца М.Ю. Выращивание семян основных лесообразующих лиственных пород в закрытом грунте с использованием стимуляторов роста .....	455
Селищева О.А., Юрениа А.В., Граник А.М., Наукович Е.А., Романчук А.В., Гуца М.Ю.. Влияние стимуляторов роста на биометрические показатели семян лиственных пород с закрытой корневой системой .....	458
Семенюк В.В., Третьяков С.В. Недревесные ресурсы северотаежного лесного района на примере Пинежского района Архангельской области.....	462
Серко Н.В., Бурганская Т.М., Волченкова Г.А., Макознак Н.А. Состав и состояние коллекции растений семейства Сосновые ( <i>Pinaceae</i> ) в экспозициях партерной части ботанического сада Белорусского государственного технологического университета .....	465

Серко Н.В., Хожжаева А.Х. Перспективы использования систем автоматического полива от современных производителей.....	469
Сечко Н.Н., Ильючик М.А. Модернизация ЕГАИС и перспективы ее развития .....	472
Сидор А.И., Луферова Н.С., Фомин Е.А. Селекционно-генетическая оценка полусибсовых потомств плюсовых деревьев ели европейской.....	475
Синчук Н.В. Повреждаемость листовых пластинок тополей ( <i>Populus L.</i> ) личинками моли-пестрянки <i>Phyllonorycter populifoliella</i> (Treitschke, 1833): оценки по результатам анализа гербарных сборов .....	477
Смирнов И.А. Современное состояние охраны лесов от пожаров в Новгородской области .....	481
Смирнов С.И. Эколого-патриотический туристский потенциал территорий охотничьих угодий и его использование для целей оптимизации функционирования охотничьих хозяйств и внутриобластных административных образований / на примере Брянской, Гомельской и других областей.....	483
Сторожинина К.М. Лесные культуры пихты белой: особенности роста и продуктивности .....	487
Ступакова О.М. Биометрические показатели сортовых тополей дендрария СибГУ .....	489
Ступакова О.М. Видовое разнообразие и композиция эндрофлоры сибирских городов на примере скверов г. Красноярска.....	492
Сунцова Л.Н., Иншаков Е.М. Некоторые особенности строения ассимиляционного аппарата древесных растений в условиях техногенного загрязнения г. Красноярска .....	495
Татун Е.В., Носников В.В. Изменение сухой массы однолетних сеянцев берёзы повислой в зависимости от объёма ячеек в кассетах .....	499
Телеш А.Д., Волченкова Г.А. Роль фитодизайна в формировании эстетических взглядов учащихся и профессиональном выборе абитуриентов .....	502
Толкач И.В., Таркан А.В. Влияние таксационных показателей на динамику среднего диаметра в чистых сосновых древостоях Беларуси.....	504
Толкачева Н.В., Потапенко А.М., Машков И.А., Серенкова, Москаленко Н.В. Результаты инвентаризации радиационно опасных земель, выведенных из сельскохозяйственного пользования, Лоевского и Жлобинского районов Гомельской области .....	507
Третьякова Р.А., Паркина О.В., Якубенко О.Е. Лесоводственная оценка лесных культур с разным типом корневой системы .....	510
Усеня В.В., Помаз Г.М., Севницкая Н.Л. Динамика видового состава ксилофагов в очагах усыхания сосновых насаждений на юго-востоке Беларуси .....	514
Усеня В.В., Тегленков Е.А., Клименков Е.П. Динамика и продуктивность дубовых насаждений естественного и искусственного происхождения на территории Беларуси.....	518
Усова Е.А., Цыглимова Д.А. Рекомендации по реконструкции озеленения сквера «Наша десятка» в Советском районе г. Красноярска .....	521
Федченко Е.И., Хамитова С.М., Пестовский С. Исследование болезней и вредителей березы повислой ( <i>Betula pendula</i> ) на территории санатория «Бобровниково» Вологодской области .....	525
Хархасова И.А. Получение чистой культуры микоризообразующего гриба <i>Imleria badia</i> (Fr.) Vizzini .....	528

Хох А.Н. Использование БИК-спектроскопии в сочетании с хеометрическими алгоритмами анализа для выявления фактов фальсификации термически модифицированной древесины мягких лиственных пород.....	530
Цай С.С. Использование материалов лидарной съемки для выявления на лесосеках предельно допустимых углов наклона местности, ограничивающих использование лесных машин .....	533
Чурило Е.В., Киб Е.К., Пименова Ж.Ю., Тегленков Е.А., Помаз Г.М. Оценка качества несомкнувшихся лесных культур в подзоне дубово-темнохвойных лесов.....	536
Шейко А.А., Буга С.В. Структура комплекса жалоносных перепончатокрылых – посетителей соцветий короставника полевого ( <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.) в Национальном парке «Нарочанский».....	540
Шиман Д.В., Белько Н.С., Ерошкина И.Ф., Клыш А.С., Юшкевич М.В. Влияние первых приемов равномерно-постепенных рубок на живой напочвенный покров в сосняках Логойского лесничества.....	544
Шиман Д.В., Юшкевич М.В., Клыш А.С., Бельчина О.Г. Анализ основных нормативных документов, регламентирующих особенности выбора направлений лесовосстановления .....	547
Шульга Е.А., Толкач И.В., Цай С.С. Современные методы оценки таксационных показателей насаждений по материалам аэро- и лидарной съемок с БЛА .....	551
Юрениа А.В., Якимов Н.И., Юрениа Е.Г. Динамика актуальной кислотности и электропроводности почвогрунтов при выращивании экспериментальных культур на территории илового пруда УП «Минскводоканал».....	555
Юшкевич М.В., Клыш А.С., Шиман Д.В., Бельчина О.Г. Динамика применяемых в Республике Беларусь методов формирования древостоев за последние 20 лет.....	558
Юшкевич М.В., Шиман Д.В., Клыш А.С. Предложения по оптимизации методов формирования устойчивых древостоев естественного и комбинированного происхождения после сплошнолесосечных рубок главного пользования.....	562
Якимов Н.И., Гвоздев В.К. Сохранность лесных культур различных древесных видов в условиях свежей субори.....	566
Якимов Н.И., Гвоздев В.К. Успешность роста и продуцирования лесных культур разных древесных видов на постагrogenных землях .....	569
Якимов Н.И., Юрениа А.В., Крук Н.К. Динамика сохранности разных древесных видов при посадке в условиях прудов-накопителей осадков сточных вод .....	572
Якимов Н.И., Юрениа А.В., Юрениа Е.Г. Особенности роста разных древесных видов в опытных посадках на иловом пруду УП «Минскводоканал» .....	575
Яковчик Ф.Г. Поврежденность листовых пластинок липы мелколистной личинками липовой моли-пестрянки в зеленых насаждениях в условиях некоторых особо охраняемых территорий Беларуси.....	578
Ярмолевич В.А., Баранов О.Ю., Пантелеев С.В., Хархасова И.А., Иващенко Л.О. Видовое разнообразие микоризных грибов семян сосны обыкновенной и ели европейской в лесных питомниках Беларуси .....	582

М.А. Ильючик, заместитель генерального директора  
по информационным технологиям, канд. с.-х. наук  
(РУП «Белгослес», г. Минск)

## **О ЦИФРОВОМ РАЗВИТИИ В ЛЕСНОЙ ОТРАСЛИ. ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Лесное хозяйство – это отрасль экономики, которая отвечает за учет, использование и воспроизводство лесов. Главной целью Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь является обеспечение рационального и не истощающего использования лесов, их охрана, защита и воспроизводство, исходя из принципов устойчивого управления лесами и сохранения биологического разнообразия лесных экосистем.

Для выполнения этих задач в лесном хозяйстве широко используются информационные технологии.

Первые шаги к информатизации и цифровизации лесного хозяйства страны были сделаны в 90-е годы. Была проведена компьютеризация отрасли с использованием операционной системы MS Windows. В лесном хозяйстве начали использовать первую геоинформационную систему ГИС «Лесные ресурсы», которая используется и сейчас.

В конце 90-х – начале 2000-х годов начали разработку и внедрение информационной системы устойчивого управления лесами (ИСУЛХ), создаваемую под руководством профессора Атрощенко О.А. Была запланирована разработка более 12 автоматизированных рабочих мест (далее – АРМ). В настоящее время фактически используется только АРМ Администратора, АРМ Отдела кадров, АРМ Лесопользование и АРМ Отчетность предприятия.

Также в начале 2000-х в РУП «Белгослес» была разработана технология формирования цифровых планово-картографических материалов, что позволило уйти от ручной прорисовки планов, схем, лесных планшетов. Начали использовать материалы космической съемки для целей оценки повреждений лесов и для проведения лесоустроительных работ, разрабатывать технологии фотограмметрической обработки материалов аналоговой аэрофотосъемки.

Значимым шагом в повышении качества лесоустроительных работ стало приобретение в республике в 2014 году цифровой камеры ADS 100 (Leica, Швейцария) для выполнения аэрофотосъемки.

Важными аспектами цифровой трансформации в области охраны лесов стало развитие систем видеонаблюдения за возникновением лесных пожаров.

Одним из признаков цифровизации лесной отрасли является использование беспилотных летательных аппаратов. В настоящее время почти в каждом лесохозяйственном учреждении имеется дрон. Практика показала, что у дронов широкий спектр применения – от инвентаризации лесов до борьбы с насекомыми-вредителями.

В целях совершенствования процессов отвода лесосек, в лесохозяйственных учреждениях в последние годы широко начали использовать GPS/GNSS-приемники. Данный подход позволяет автоматизировать возможность получения границ лесосеки с использованием ГИС и оформить соответствующий документ.

В настоящее время в лесной отрасли используется ряд программ: АРМ «Лесопользование-4», АРМ «Лесовосстановление», ГИСлесхоз, Мобильная ГисЛес, СОЛИ и другие.

Однако в функционировании большинства программных продуктов есть одна проблема – представленные программы являются в основной части локальными (обособленными) версиями программного обеспечения, установленного на стационарном компьютере, часть из которых создана с использованием устаревших языков программирования.

В отрасли осуществляется накопление большого объема информации по разным направлениям и хранится эта информация в различных источниках и структурах. Это усложняет процессы получения данных, которые необходимы для получения аналитической информации и последующего принятия управленческих решений.

В ходе эксплуатации информационных систем лесного хозяйства появилась необходимость в обеспечении автоматизированного режима взаимодействия внутренних систем лесного хозяйства друг с другом, а также с внешними информационными системами с целью получения информации по запросу.

Поэтому лесная отрасль нуждается в системе, которая обеспечит возможность оперативного анализа больших объемов взаимосвязанных данных при помощи интерактивного отображения запрашиваемой информации с различным уровнем детализации.

Стремительное развитие компьютерной и телекоммуникационной техники способствовало тому, что информационные технологии стали неотъемлемой частью современных высокотехнологичных производств, обеспечивающих выпуск конкурентоспособной продукции,

эффективное ресурсосбережение и минимизацию воздействия на окружающую среду.

Предпосылками отраслевой цифровизации являются большой объем хранимой и обрабатываемой информации, потребности в инновационных решениях, которые могут быть реализованы на основе цифровой трансформации в целях оптимизации бизнес-процессов, сокращения расходов и появлении новых источников отраслевых доходов.

Первыми шагами для цифрового развития лесной отрасли определена разработка в 2022–2023 годах концепции цифровизации лесного хозяйства. В рамках разработки концепции рассмотрены все направления лесохозяйственной деятельности, определен уровень их автоматизации, а также возможность их совершенствования с использованием информационных технологий.

При реализации концепции будут достигнуты следующие показатели:

- повышение производительности труда на различных этапах выполнения лесохозяйственной деятельности;
- повышение оперативности получения аналитической информации по отрасли и принятия верных управленческих решений;
- сокращение сроков получения данных по лесному кадастру;
- снижение затрат на поддержку разрозненных информационных систем, за счет использования единой цифровой платформы.

Эта концепция затрагивает такие нововведения как, применение киберфизических систем (CPS), Интернета вещей (IoT), цифровые лазерные технологии (LiDAR), радиочастотная идентификация (RFID), беспилотные летательные аппараты, облачные вычисления и бизнес-аналитика (BI), машинное обучение и искусственный интеллект (AI), большие данные и системы поддержки принятия решений (DSS).

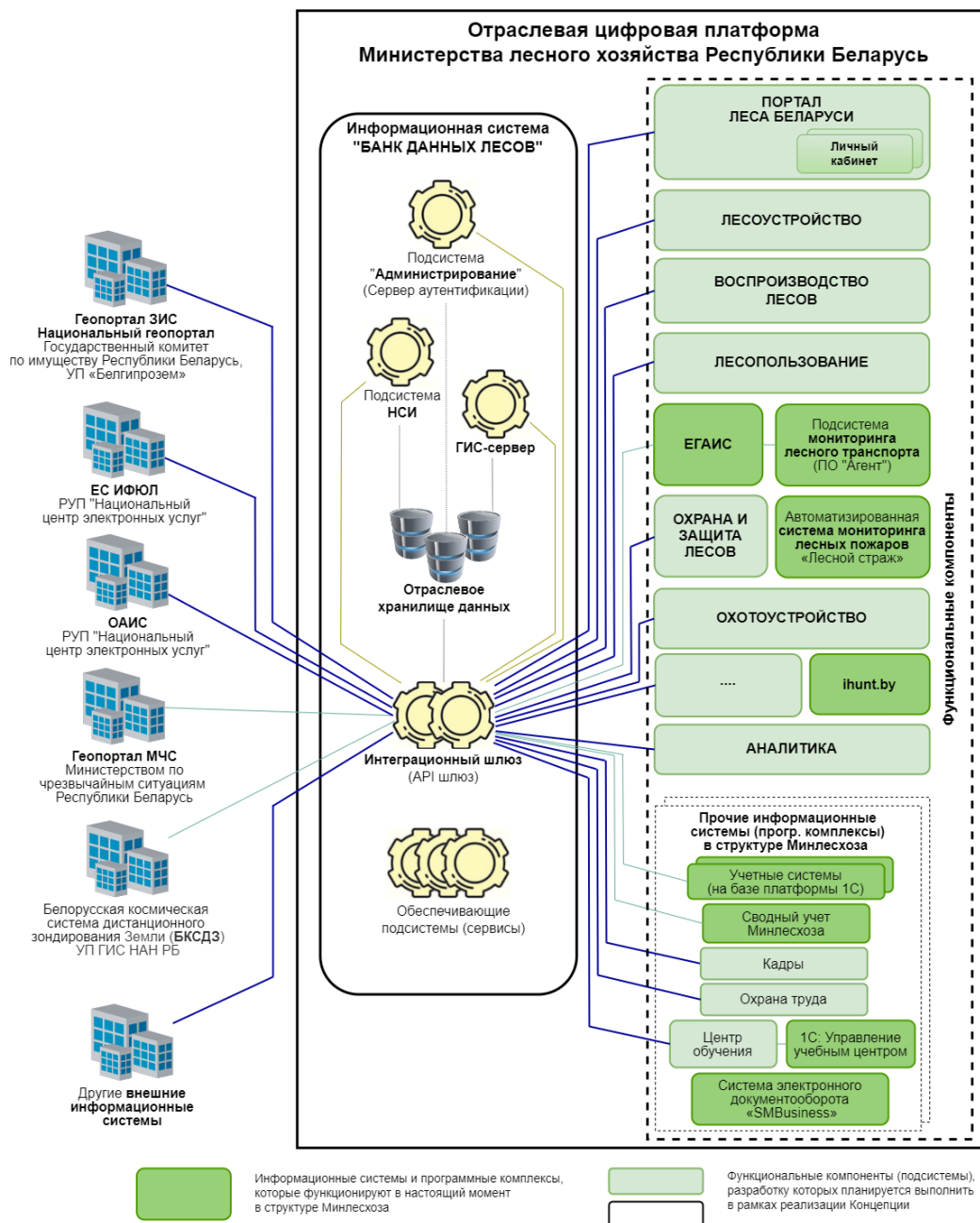
Основная структурная схема цифрового развития лесного хозяйства представлена на рисунке.

Нормативно-правовыми актами в области цифрового развития всех отраслей народного хозяйства, в том числе и лесного, являются:

Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 2 февраля 2021 г. № 66, которым утверждена Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021 – 2025 годы – основной практический инструмент внедрения передовых информационных технологий в отраслях национальной экономики и сферы жизнедеятельности общества в предстоящий период.

Указ Президента Республики Беларусь от 7 апреля 2022 г. № 136 «Об органе государственного управления в сфере цифрового развития и вопросах информатизации».

Указ Президента Республики Беларусь от 29 ноября 2023 г. № 381 «О цифровом развитии». Документ направлен на реализацию и финансирование мероприятий, пилотных проектов в сфере цифрового развития. Основным подходом в цифровизации страны до 2030 года станет создание и использование цифровых платформ.



**Рисунок – Структурная схема цифрового развития лесного хозяйства**

Т.Ю. Аксянова, доц., канд. с.-х. наук  
(СибГУ, г. Красноярск, Российская Федерация)

## ПРИРОДНЫЙ СТИЛЬ В ОЗЕЛЕНЕНИИ ГОРОДОВ (НА ПРИМЕРЕ КРАСНОЯРСКА)

Качественное озеленение городов является одним из решений проблемы экологической безопасности населения. Под качественным озеленением следует понимать комплексную работу по проектированию и созданию ландшафта с участием деревьев в верхнем первом ярусе, кустарников – во втором ярусе и травянистых растений в напочвенном покрове нижнего яруса. Один из принципов, которые рекомендуется применять в озеленении это фитоценологический (типологический) принцип. Следуя этому принципу, при построении ландшафтных композиций надо стремиться к естественному природному сочетанию растений, имитируя природный ландшафт [1].

До недавнего времени в благоустройстве Красноярска принято было считать, что озеленение, прежде всего это деревья, цветники в регулярном стиле (партеры, клумбы, рабатки) и традиционные злаковые газоны. Одной из причин такого подхода к озеленению является игнорирование участия профессионалов, как на этапе ландшафтного проектирования, так и при внедрении проектов благоустройства. Однако в последние годы ландшафтные архитекторы все чаще стали привлекаться к благоустройству города и использовать в своих проектах элементы природных пейзажей. В озеленении Красноярска активно стали применять композиционные посадки декоративных кустарников в дополнение к существующим деревьям. Успешно практикуется метод посадок кустарников массивами. Такой прием теперь часто используется для создания альтернативных газонных покрытий. Ландшафтными архитекторами нашего университета уже около 15 лет успешно пропагандируются пейзажные цветники с участием цветущих многолетников и злаковых растений (рис. 1).



**Рисунок 1 – Рабатки в сквере на площади Мира (г. Красноярск)**

Рабатки на рисунке 1 выполнены с участием декоративного кустарника (*Spiraea densiflora*) и многолетних декоративных растений.



Использован злак (*Deschampsia cespitosa*) с вкраплением небольших пятен из *Lýthrum salicária*.

В своих ландшафтных проектах наши студенты под руководством преподавателей кафедры селекции и озеленения давно продвигают альтернативные газоны из почвопокровных травянистых растений и низких кустарников. В одном из скверов Центрального района Красноярска нами спроектирован и создан альтернативный газон с участием *Glechoma hederacea* (рис. 2).



Рисунок 2 – Почвопокровные растения в сквере (г. Красноярск)

В сквере «Валентин и Валентина» в центре Красноярска нашими студентами созданы композиции с участием многолетнего злака (*Calamagrostis acutiflora* Karl Foerster) и декоративного кустарника (*Spiraea japonica* Little Princess) (рис. 3).



Рисунок 3 – Сквер «Валентин и Валентина» (г. Красноярск)

На верхней террасе набережной левого берега реки Енисей в Красноярске нами спроектирован и создан ландшафтный участок со спиреями, злаками и цветущими многолетниками (*Spiraea japonica* Goldflame, *Spiraea japonica* Little Princess, *Spiraea densiflora*, *Spiraea japonica* Magic Carpet, *Sorbaria sorbifolia* Sem, *Molinia caerulea*, *Veronicastrum virginicum* Fascination, *Campanula carpatica*) (рис. 4).

Наряду с пейзажными цветниками в своих ландшафтных проектах преподаватели кафедры селекции и озеленения нашего университета активно предлагают использование мавританских газонов для

озеленения Красноярска. Мавританский газон – это смесь травянистых растений, злаков и цветов [2].



**Рисунок 4 – Набережная р. Енисей в Красноярске  
(верхняя терраса левого берега)**

У мавританского газона есть преимущества, это продолжительное цветение растений на протяжении всего периода вегетации. Для мавританского газона подбираются растения не требовательные к плодородию почвы. Мавританский газон не нуждается в регулярной стрижке. В зависимости от ассортимента растений он стрижется один за сезон, в отличие от традиционных злаковых газонов. Однако наряду с положительными моментами следует помнить, что, возможно, придется ежегодно весной подсевать семена, чтобы устранить пустоты. По мавританскому газону нельзя ходить, так как цветы и не скошенные злаки не устойчивы к рекреационным нагрузкам. Но такие газоны являются отличным фоном для любого объекта в городе. Кроме того, альтернативные газоны могут закрывать грунт на тех участках, где невозможно создание качественного традиционного газонного покрытия. Например, на склонах южной экспозиции газоны горят из-за отсутствия поливов, возникают сложности на стадии создания и содержания газонов на склонах (кошение в том числе).

Мавританские и другие альтернативные виды газонов составляют неотъемлемую часть ландшафтных проектов в природном стиле. Композиции, дополненные цветущими газонами, вносят оживление и придают мягкость суровым антропогенным ландшафтам. Такой подход к благоустройству городских территорий является очень перспективным, особенно при наличии проблем, существующих в благоустройстве современных городов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сродных, Т.Б. Теория ландшафтно-архитектурной композиции / Т.Б. Сродных, С.В. Вишнякова [электронный ресурс]. URL: <https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/5198/3/Srodnykh.pdf> (дата обращения: 10.01.2024).

2. Мавританский газон : [сайт]. URL: <https://газон.Москва/obzory-i-stati/mavritanskiy-gazon/> (дата обращения: 12.01.2024).

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ БЛАГОУСТРОЙСТВО ЗЕЛЕННЫХ ТРОП, КАК ОСНОВА СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ**

Экологическая (зеленая) тропа представляет собой специально оборудованный маршрут, проходящий через различные экосистемы для наблюдения за природными объектами и явлениями, а также знакомства с иными объектами, например, архитектурными памятниками, имеющими природоохранную, эстетическую, историческую и иную ценность, на котором посетители получают устную (с помощью экскурсовода) или письменную (стенды, аншлаги и т. п.) информацию об этих объектах [1].

Можно выделить этапы по созданию зеленой тропы (экотропы):

- этап изысканий мест для маршрута.
- практический этап – полевые исследования по предпроектной оценке территории.
- камеральный этап – установление точных координат маршрута и построение маршрута, согласование его с администрацией города, департаментом природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Этап изысканий мест для маршрута начинается со сбора информации о месте от бывалых путешественников, изучения публичных изданий с упоминанием описания данной местности и т.д. Из работы по анализу собранных сведений состоит поиск и спланированность интересных маршрутов. Кроме того, очень важна информационная емкость маршрута. Информационные стенды в должны будут иметь наполнение интересными, образовательными данными, с описанием флоры и фауны, характерной для выбранного объекта, содержать исторические сведения о ней.

Полевые исследования по предпроектной оценке территории включают в себя данные о посещаемости маршрута и местах, где необходимо проектирование специальных устройств с целью обеспечения доступности, безопасности посетителей. Анализируя полученные данные, необходимо продумать и спланировать размещение, конструкции и оптимальные ширину и протяженность лестниц, пандусов.

Безопасность маршрута зависит от данных полученных при обследовании насаждений, так как часто встречаются естественные древесостой с аварийными деревьями, которые необходимо назначить к удалению. За безопасность людей отвечает также материал покрытия дорожек, лестниц и пандусов. Кроме того, правильно спланированные и установленные твердые покрытия на дорожках обеспечивают ин-

тенсивное направленное движение людей, что увеличивает устойчивость природных ландшафтов к рекреационным нагрузкам. В противном случае, интенсивное спонтанное движение по маршрутам с естественным грунтовым покрытием вызывает деградацию участков под деревьями и как следствие, гибель растений (Рис. 1).



**Рисунок 1 – Деградация природного ландшафта**

Однако устройство дорожек и площадок на территории лесопарков при неправильном благоустройстве зачастую приводит к падению взрослых деревьев из-за периметрального повреждения (обрезки) корней (Рис. 2).



**Рисунок 2 – Последствие обрезки корней при неправильном благоустройстве**

Помимо данных по обследованию территории на возможность создания экологического маршрута, необходимо проведение глубоких исследований о возможности освоения территории, проведения полноценных работ по вертикальной планировке территории, прокладке необходимой системы линий коммуникаций при обязательном условии минимального нарушения природного ландшафта. В отдельных случаях, на сложном рельефе и при малой посещаемости отдельных участков территории возможно устройство зеленой тропы с грунтовым покрытием (Рис. 3).



**Рисунок 3 – Устройство зеленой тропы с грунтовым покрытием**

Большей устойчивостью к рекреационным нагрузкам по сравнению с грунтовым покрытием обладает покрытие зеленой тропы из утрамбованной песчано-гравийной смеси. Для сохранения природного ландшафта, в том числе участков под деревьями можно рекомендовать устройство зеленой тропы с поднятым покрытием из дерева, либо материалов его имитирующего (Рис. 4).



**Рисунок 4 – Деревянный поднятый настил**

Благоустройство зеленых троп связано с проектированием функциональных зон, наполненных функциональным оборудованием. Это и места для сидений, и оборудование для активного отдыха посетителей разных возрастных категорий (турники, качели, горки).

Часто можно встретить в лесопарках места несанкционированного разжигания огня. Чтобы исключить опасность пожара, следует проектировать специально благоустроенные костровища, так называемые мангальные зоны. В проекте благоустройства такой зоны предлагается покрытие площадок из противопожарных материалов (камень, песок), оборудование для тушения возможного возгорания.

Часто посещаемое место отдыха в лесопарковой зоне необходимо обеспечить площадкой для стоянки автомобилей. Спланированные места для парковки исключают возможность въезда автотранспорта в зеленую зону, и обеспечат сохранение экосистемы на данном участке территории. Анализируя все выше сказанное, можно выделить основные принципы создания зеленой тропы:

- спланированность интересных маршрутов;
- информационная емкость маршрута;
- доступность и посещаемость маршрута;
- безопасность маршрута для человека;
- обеспечение сохранения экосистемы.

В конечном итоге грамотное благоустройство зеленых троп с устройством оборудованных функциональных площадок ведет к сохранению экосистемы маршрута и лесопарковых зон в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Что такое экотропа [электронный ресурс]. URL: <https://оопт-крым.рф/что-такое-jekotropa/> (дата обращения: 12.01.2024).

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ БОТАНИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В БЕЛАРУСИ**

Одним из ведущих направлений современной экономики является туризм. Среди разновидностей туристской сферы и гостеприимства выделяются познавательный туризм. Возможности познавательного туризма изучают с позиции частных туристских потенциалов, связанных с наличием природных, историко-культурных и промышленных объектов; политико-экономическим состоянием территории, организацией и осуществлением туристской деятельности при максимальном удовлетворении потребностей субъектов, при условии сохранения объектов, явлений и процессов окружающей среды. Основная цель познавательного туризма определяется в получении знаний о различных природных, социокультурных и промышленных объектов одновременно с отдыхом, установлением контактов и коммуникации с людьми.

Экскурсионно-познавательный ботанический туризм является одним перспективным направлением познавательного туризма. В качестве природного туристского ресурса будет выступать флора Беларуси, насчитывающая около 14 тыс. видов. Из них около 4,1 тыс. видов относятся к высшим растениям (1,4 тыс. видов аборигенных), 442 вида мохообразных, 669 видов лишайников и более 9 тыс. видов низших растений (водоросли и грибы). Все разнообразие туристских объектов можно условно подразделить на две категории – топологические (уникальные и самобытные) и типологические (наиболее распространенные объекты). Отбор туристских объектов будет связан с основной целью посещения. Для познавательных туров принято отобрать типичные объекты с достаточно высокой степенью аттрактивности или эстетической привлекательности, учетом видового богатства, иногда особенностей местообитания масштабности популяции [1]. Ареал видов растений и грибов, имеющих международный статус охраны, следует определять с учетом материалов Государственного кадастра растительного мира Республики Беларусь.

Объекты научного ботанического туризма подбираются на основании исключительной уникальности местообитания, при этом предполагается изучение особенностей отдельных великовозрастных экземпляров, редких таксонов и естественных ареалов их произрастания, причин их обуславливающих. Например, экологически обусловлено сокращение распространения ареала пихты белой на восток.

Насаждения пихты предпочитают достаточно влажные рыхлые относительно плодородные бурые лесные почвы. Многолетнее травянистое водное растение ежеголовник злаковидный встречается в Беларуси на южной границе своего ареала в лесной зоне. Вид предпочитает олиготрофные озера, требовательные к прозрачности воды, как и другой краснокнижный вид – лобелия Дортмана. Сокращение их ареала связывают с загрязнением, минерализацией, пресноводных вод. Изменение гидрологического режима в результате осушения болот, добычи торфа, пожаров способствовали сокращению дизъюктивного ареала меч-травы об.

С геоморфологическими причинами связывают отдельные локалитеты за северной границей ареала степной вид – фиалка горная, а также реликтовый, по происхождению средневропейский горный вид, находящийся в Беларуси локально за восточной границей ареала.

Климатические границы северо-восточного распространения имеет реликтовый, по происхождению средневропейский лесостепной вид **многолетнего травянистого растения** – клопогон европейский. Южная граница ареала – камнеломка болотная, ареал распространения зверобоя волосистого приурочен переходной зоне между ольсами и крупноосоково-злаковыми открытыми или полукрытыми болотами.

Интерес с т.зр. ботанического образовательного туризма имеет вся территория Беларуси как зоноэктон, представляющий собой переходную зону между евроазиатской хвойно-лесной (таежной) и европейской широколиственной геоботаническими областями.

Изучение особенностей биологии инвазивных и адвентивных видов играет важную роль в понимании характера и скорости распространения. По этим причинам данные категории являются особыми объектами изучения.

В качестве объектов ботанического туризма могут выступать пищевые и лекарственные растения. В природе встречаются 30 видов пищевых (груша об., кукуруза, рожь, вика посевная, дуб черешчатый, хрен, тмин, любисток, из ягод – куманика, костяника, шиповник, морошка, ежевика, рябина и др.) и 249 видов лекарственных растений (девясил британский, цикорий об., ястребинка об., дрок красильный, горчичник горный, очиток едкий, зюзник европейский и др.) [2].

Изучить выращиваемые 220 видов и внутренних таксонов лекарственных растений и 108 видов и внутренних таксонов пищевых можно в рамках промышленного туризма на заготовке сырья [2]. Кроме того, объектами промышленного ботанического туризма может стать заготовка березового и кленового сока, а также съедобных гри-

бов. Известно, что съедобные грибы подразделяются на категории в зависимости от вкусовых качеств. К наиболее ценным относят – белый гриб, груздь настоящий; рыжик; не менее ценные грибы второй категории – подосиновик, подберезовик, масленок, волнушка, польский гриб; гладыш; подгруздок белый; опенок осенний; третья – моховик, груздь черный, строчок и др., четвертая – зеленушка, дождевик и др.

Объектами изучения ботанического туризма могут быть как отдельные таксоны, так и фитоценозы и природные ландшафты. Особый интерес вызывают редкие ландшафты, отличающиеся минимальной площадью распространения и уникальностью [3]. К этой категории относятся распространенные на северо-западе камово-моренно-эрозионные ландшафты, сформировавшиеся на месте краевой аккумуляции поозерского ледника, где на отложениях гравийно-галечного материала произрастают широколиственно-еловые леса. В северной части республики в пределах гряд и возвышенностей встречаются холмисто-моренные озерные ландшафты отличает обилие проточных озер с высокой минерализацией, пестрота форм и элементов рельефа, почвенно-растительного покрова. Здесь характерны еловые зелено-мошно-кисличниковые леса. В границах Оршанской возвышенности сосредоточены лессовые ландшафты с широколиственно-еловыми и вторичными мелколиственными лесами на дерново-палево-подзолистых почвах.

Территория Республики Беларусь имеет достаточно высокий потенциал для развития ботанического туризма основной целью которого является изучение особенностей различных растительных таксонов и их формаций, их ареалов произрастания, а также ботанических объектов (насаждений, лесопарков, ботанических садов, особо охраняемых природных территорий).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пономарева, И.Ю., Комкова А.А. Предпосылки развития новых видов туризма в Тульской области (на примере ботанических туров) // Российские регионы: взгляд в будущее. 2019. т. 6. №. 1. С. 24–34.
2. Кадастр растительного мира [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://plantcadastre.by> – Дата доступа: 12.01.2024.
3. Методологические проблемы и подходы к выявлению и оценке типичных и редких ландшафтов Республики Беларусь / Г.И. Марцинкевич, С.И. Кузьмин, Е.Е. Давыдик, А.В. Бобко // Белорусского государственного университета. Сер. География. Геология. 2020. № 2. С. 34–46.



М.К. Асмоловский, доц., канд. техн. наук;  
С.П. Мохов, доц., канд. техн. наук;  
А.А. Беляков, зав. лабораторией  
(БГТУ, г. Минск)

## **СОЗДАНИЕ МАЛОГАБАРИТНОГО ТРАКТОРА С ЭЛЕКТРОСИЛОВЫМ ПРИВОДОМ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ПИТОМНИЧЕСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

В настоящее время в лесных питомниках применяются технологии выращивания посадочного материала как в открытом грунте, так и в теплицах (ель европейская). Анализ технической оснащенности питомников показывает, что имеющаяся техника зачастую обладает избыточной производительностью, что приводит к избыточным эксплуатационным затратам [1]. Мини-тракторы (УРАЛЕЦ-224 и БЕЛАРУС-320) экономически целесообразно применять при годовом объеме работ, эквивалентном 60 га условной пашни и менее. При больших объемах целесообразно использовать сельскохозяйственные орудия при агрегатировании с универсально-пропашными тракторами.

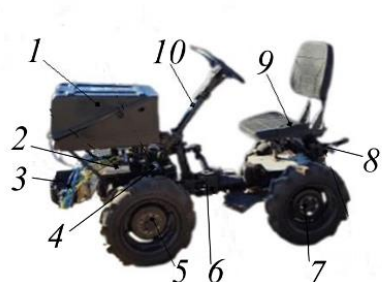
Площадь посевных отделений открытого грунта и теплиц в питомниках редко превышает 3 га. Поэтому одним из вариантов переоснащения лесных питомников в современных условиях является применение малогабаритных мобильных энергетических средств (ММЭС) или средств малой механизации (СММ). ММЭС имеют тяговое усилие до 4 кН (мощность двигателя 7–10 кВт) и им доступна обработка легких почв с однокорпусным плугом шириной захвата до 20 см и глубиной обработки до 18 см. Для заправки сидератов средствами малой механизации с тягой до 4 кН на глубину 5–10 см возможно использование также двухкорпусного плуга с шириной захвата до 50 см. Применение мотоблоков и минитракторов с фрезами в рамках стандартного технологического процесса выращивания посадочного материала в лесных питомниках изучено слабо и на практике отсутствуют такие данные.

Таким образом, оценка потребной энерговооруженности ММЭС показала, что для охвата всего технологического процесса выращивания посадочного материала необходимы тракторы тяговым классом 0.4–0.6, с мощностью 18–23 кВт, что соответствует тракторам Т-25, Т-30, «БЕЛАРУС» серий 300-600. Исследованиями также установлено, что для выполнения операций, не требующих значительной энерговооруженности тягового средства, например, при высеве семян, предлагаются различные варианты применения и минитракторов, а для дальнейшей модернизации - мини-трактор «БЕЛАРУС-132» с

электросиловым приводом.

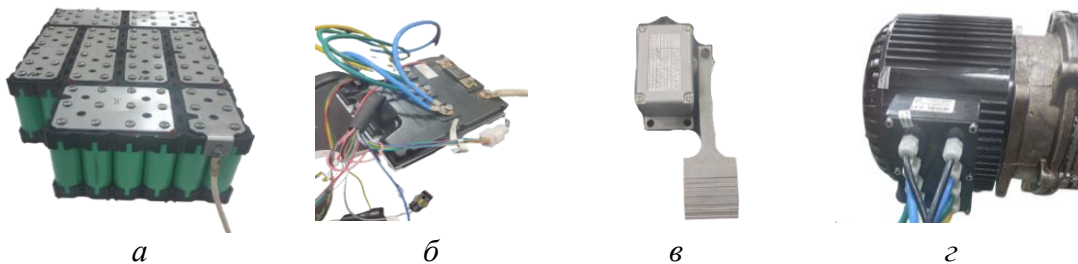
При этом необходимо учитывать габаритные характеристики, например, ширину колеи трактора и др., что наглядно продемонстрировано в работе [2], где акцент расставлен в отношении посева семян сеялками Эгедаль, мод. 83, когда необходимо уточнять данные по схемам высева семян хвойных пород в связи с вносимыми конструктивными и технологическими изменениями в составе агрегата.

Малогабаритный трактор с электросиловым приводом представляет собой модернизированную конструкцию базового шасси БЕЛАРУС 132 Н, где в качестве базовых агрегатов использовались передний и задний мосты, а также рулевое управление, рис. 1.



**Рисунок 1 – Малогабаритный лесохозяйственный трактор с электросиловым приводом:**  
**1 –** отсек для аккумуляторов; **2 –** контроллер;  
**3 –** электродвигатель; **4 –** коробка передач;  
**5, 7 –** колеса; **6 –** карданная передача;  
**8 –** навесное устройство; **9 –** сиденье;  
**10 –** рулевое колесо

На базовом шасси дополнительно были установлены литий-ионные батареи (рис. 2 а), контроллер (рис. 2 б), педаль акселератора (рис. 2 в) и электродвигатель (рис. 2 г).



**Рисунок 2 – Основные элементы экспериментального образца малогабаритного лесохозяйственного трактора с электросиловым приводом:**  
**а -** литий-ионные батареи; **б –** контроллер; **в -** педаль акселератора;  
**г –** бесколлекторный электродвигатель

С целью соединения электродвигателя с трансмиссией, разработан и установлен переходной фланец с прокладкой, который обеспечивает герметичное соединение электродвигателя с входным валом коробки передач.

На верхней части основания размещен отсек для аккумуляторов, а во внутренней полости установлен контроллер, такое расположение защищает контроллер от прямого воздействия влаги. Отсек для аккумуля-

муляторов защищен от прямого попадания солнечных лучей и осадков, что снижает вероятность перегрева батареи, а также обеспечивает электробезопасность работы. Педаль акселератора устанавливается на штатное место педали газа серийного трактора БЕЛАРУС 132 Н.

Движение трактора осуществляется от BLDC (Brushless DC electric motor) или бесколлекторного электродвигателя постоянного тока, который передает крутящий момент на коробку перемены передач, которая в свою очередь соединена с главной передачей. Далее крутящий момент через полуось и бортовую передачу передается на переднюю ось. Привод на заднюю ось передается от коробки перемены передач через согласующую пару шестерен, карданную передачу, главную и бортовую передачу. Необходимый для привода вала отбора мощности крутящий момент передается от главного вала заднего моста через две пары шестерен, одна из которых имеет постоянное зацепление, а вторая позволяет включать и отключать вал отбора мощности.

Для привода трактора разработана общая электрическая схема, включающая элементы управления в составе дросселя скорости, педали тормоза, реверса, круиз контроля, контроллера синусоидальной волны, а также датчиков температуры и холла - для контроля состояния и положения. Для управления скоростью движения использован дроссель скорости, который выполнен в виде педали акселератора (датчик холла), корпус которого пыле- и влагозащищен. С его помощью регулируется скорость вращения и, соответственно скорость движения трактора.

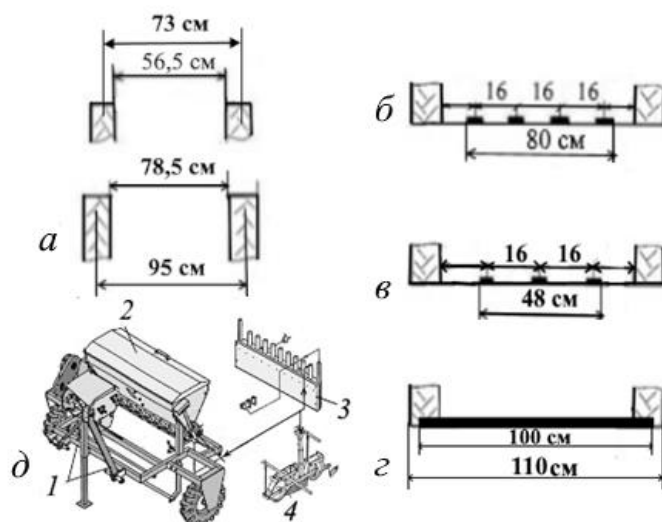
Тяговые испытания подтвердили, что максимальное тяговое усилие трактора при плавном трогании с места на сухом асфальтобетонном покрытии составляет около 4,5 кН. Размер колеи мини трактора: по передним колесам – 730 мм, по задним колесам – 950 мм. Наименьший радиус поворота при минимальном размере колеи 2,5 м. База трактора 1125 мм. Максимальная глубина брода, 0,25 м. Шины (первое исполнение): передние – 210/75R13, задние колеса 210/75R13. Шины (второе исполнение): передние 6.5L-12; задние колеса 6.5L-12.

Экспериментальные и расчетные данные показывают, что по тяговым возможностям данный трактор может агрегатироваться с однокорпусным плугом при работе на среднетяжелых ( $K_{\text{п}} = 0,9 \text{ кг/см}^2$ ) и на тяжелых почвах ( $K_{\text{п}} = 1,2 \text{ кг/см}^2$ ). Для вспашки средних по тяжести почвах ( $K_{\text{п}} = 0,6 \text{ кг/см}^2$ ) может использоваться двухкорпусный плуг с глубиной обработки до 15 см.

С учетом технических данных трактора возможные схемы посева семян проектируемого мини трактора в составе агрегата с сеялкой

Эгедаль представлены на рис. 3.

При посеве мини трактор с сеялкой представляет собой прицепной агрегат, и тяговое сопротивление представляет собой сумму сопротивлений сошников и сил сопротивления качения сеялки.



**Рисунок 3 – Схемы высева сеялкой «EGEDAL», модель 83 с мини трактором:**  
*а* – размеры колес мини трактора; *б* - посев четырех строчек в ленте, *в* - трех строчный посев; *г* – при сплошном высева на ленте; *д* - схема сеялки; *1* – навеска сеялки; *2* – бункер для семян; *3* – приставка для сплошного высева на ленте; *4* – высевающая секция для строчного посева

При посеве тяговое сопротивление сеялки Эгедаль на свежевспаханной легких и среднетяжелых почвах не превышает номинального значения силы тяги на крюке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка целесообразности применения мотоблоков и мини-тракторов для механизации работ в лесных питомниках / М. А. Никулин, В. А. Иванников, С. С. Самойленков, М. К. Асмоловский // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13. – № 3 (51). – С. 143–163. – Библиогр.: с. 157–163.

2. Конструктивные и технологические особенности посева семян хвойных пород в открытый грунт / Асмоловский М.К., Ярошук М.В. // Труды БГТУ. Серия 1: Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2019. № 2 (222). С. 104-108.

О.В. Бахур, доц., канд. биол. наук;  
В.М. Каплич, проф., д-р биол. наук;  
А.Д. Митренков, ассист.  
(БГТУ, г. Минск)

## **БИОТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОТИВОПАРАЗИТАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ВОЛЬЕРНОМ СОДЕРЖАНИИ ДИКИХ ПАРНОКОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОЙ ПОДЗОНЕ БЕЛАРУСИ**

Все мероприятия по профилактике протозоозов и гельминтозов у популяций диких парнокопытных животных при вольерном содержании подразделяются на общие хозяйственно-санитарные и специальные лечебно-профилактические мероприятия.

Хозяйственно-санитарные мероприятия – обеспечение популяций диких парнокопытных животных полноценной по объему, питательности и качеству подкормкой, создание условий подкормки и водопоя, отвечающих требованиям зоогигиены. К ним относятся:

- постоянное поддержание оптимального для данной территории количества популяций диких парнокопытных животных путем отстрела, отлова и отправки в другие хозяйства, систематического селекционного отстрела ослабленных особей – носителей инвазии;

- проведение зимней подрубки осины из расчета 6–8 деревьев на группу из 3–4 особей для диких парнокопытных животных в охотничьих хозяйствах;

- посевы растений, обладающих антигельминтными свойствами – клевера, пижмы обыкновенной, желтого безалколоидного люпина и других при создании кормовых полей;

- создание на песчаных и супесчаных сухих почвах в вересковых, брусничных и мшистых типах леса кормовых площадок;

- планирование необходимого корма для зимней подкормки с учетом продолжительности срока подкормки, среднего бонитета угодий и численности популяций диких парнокопытных животных в хозяйстве;

- оборудование в хозяйствах постоянного пользования подкормочных площадок, которые необходимо снабдить навесами, наблюдательными вышками и сооружением для подкормки молодняка;

- проведение подкормки животных только на специально оборудованных площадках;

- в тяжелую зимовку уделять особое внимание подкормке и лечебно-профилактическим мероприятиям (химиотерапия), так как в

этот период наиболее прогрессируют гельминтозы с летальным исходом диких парнокопытных животных;

– введение в осенне-зимний период в подкормку различных гельминтоцидных средств: полынного сена, листьев мужского папоротника-орляка, цитварной полыни, а также трав, используемых при желудочно-кишечных и легочных заболеваниях: мать-и-мачехи, одуванчика лекарственного, душицы обыкновенной, цветов, плодов и веток бузины черной;

– механическая очистка подкормочных площадок весной и осенью со сжиганием собранных отходов и проведением дезинвазии с применением следующих веществ: 5%-ного раствора *едкой щелочи*, 5%-ного раствора *карбатиона*, 10%-ного раствора *ксилонафта* и др.;

– осуществление в хозяйствах систематического контроля за гельминтологической ситуацией. С этой целью не реже 2 раз в год, особенно на неблагополучных типах леса, обследовать гельминтокопрологически не менее 20 образцов фекалий на подкормочной площадке. Сроки диагностических обследований устанавливаются с учетом биологии возбудителя, особенностей эпизоотологии гельминтоза и конкретной специфики обитания животных в местных условиях.

В качестве лечебно-профилактических мероприятий при гельминтозах диких парнокопытных животных целесообразно применять антгельминтики широкого спектра действия *трикламизол* в дозе 75 мг/кг массы животного с кормом, *полипарацид*, *пентавет*, *вермицид плюс* из расчета 50 мг/кг, *эпринвет* 20 мг/кг живой массы животного и др. препараты.

УДК 630.1.06

В.О. Бахур, доц., канд. биол. наук;  
А.М. Митренков ассист. (БГТУ, г. Минск)

### **ВЛИЯНИЕ КОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ НА ПОДЛЕСОЧНУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ В ЛЕСНЫХ ОХОТНИЧЬИХ УГОДЬЯХ НЕГОРЕЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА**

Охотничье хозяйство УО «Белорусский государственный технологический университет» «Негорельский учебно-опытный лесхоз» располагается на двух районах Дзержинском и Узденский. Площадь лесных охотничьих угодий составляет 15,6 тыс га или 72% от общей площади охотничьих угодий. Преобладающим типом лесных охотничьих угодий является бор сложный – 50,5%.

На территории охотничьего хозяйства действует «Методика порядка проведения учета охотничьих животных и планирования размера изъятия охотничьих животных семейства оленя на основе адаптивной оценки динамики добычи и популяционной продуктивности». На основании её в охотничьем хозяйстве определены новые временные порядки: планирования изъятия охотничьих животных нормируемых видов семейства оленьих (лося, оленя благородного, косули,) и проведения учета охотничьих животных [1].

Охотничьи угодья разделены на три обхода: Негорельский Центральный и Литвянский. В каждом из обходов был подобран участок для определения: плотности животных семейства оленьих, состояния подлесочной растительности. Плотность устанавливалась с помощью учёта охотничьих животных семейства оленьих по экскрементам. Для изучения степени воздействия животных на подрост и подлесок были равномерно заложены круговые трансекты. Состояние живого напочвенного покрова определялось глазомерно.

По результатам учёта, за последние пять лет, плотность лося, оленя благородного и косули европейской увеличивается на всех участках исследования. Наибольшие значения плотности лося и оленя благородного были зафиксированы на территории Литвянского участка – 4,2 ос./тыс га и 33,3 ос./тыс га, косули европейской на территории Центрального участка 31,2 ос./тыс. га. Минимальные значения плотности лося и оленя благородного отмечены на территории Центрального участка – 1,4 ос./тыс га и 1,3 ос./тыс. га, косули европейской на территории Литвянского участка 25,9 ос./тыс. га.

На всех участках исследования живой напочвенный покров хорошо развит, не угнетен.

Важной характеристикой состояния лесных пастбищ является доля участия в кормовом балансе крупных травоядных животных древесных пород индикаторов состояния емкости угодий [2]. «Индикатором голода» являются: ель, береза и лещина. Если эти породы повреждены более чем на 50%, это свидетельствует, о сильном прессе животными семейства оленьих на лесные биогеоценозы и превышении емкости охотничьих угодий суммарной их фактической численности [3]. «Индикаторами обилия» являются бересклет, осина, крушина, если эти растения повреждены менее чем на 10%, то емкость охотничьих угодий позволяет наращивать численность животных семейства оленьих.

На обследованных участках состояние подроста и подлеска были следующими: Негорельский участок – средняя повреждаемость подроста и подлеска составила 33,4%, повреждаемость осины – 53,5%,

крушина – 32,4%, ель 6,1%, березы 15,1% и лещины 11,5%. Центральный участок – средняя повреждаемость подроста и подлеска составила 10,4%, повреждаемость осины – 9,9%, крушина – 8,3%, ель 3,8%, березы 2,5% и лещины 0%. Литвянский участок – средняя повреждаемость подроста и подлеска составила 81,5%, повреждаемость осины – 89,8%, крушина – 79,5%, ель 15,5%, березы 75,6% и лещины 38,1%.

Таким образом, полученные результаты показали, что худшим состоянием отличается подрост и подлесок на Литвянском участке с максимальными значениями плотности лося и оленя благородного.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Об методике порядка проведения учета охотничьих животных и планирования размера изъятия охотничьих животных семейства оленьи (Cervidae) на основе адаптивной оценки динамики добычи и популяционной продуктивности: Приказ Министерства лесного хозяйства Респ. Беларусь, 09.апр.2021 г., № 66 // ЭТАЛОН-ONLINE. – Режим доступа: [https://etalonline.by/document/regnum=u&q\\_id=63](https://etalonline.by/document/regnum=u&q_id=63). – Дата доступа: 30.01.2024.

2. Козорез, А. И. Влияние мегафауны на лесной биогеоценоз/ А.И. Козорез //Современные проблемы охотоведения и сохранения биоразнообразия: материалы Международной научно-практической конференции. – Минск : Белгосохота, 2023. – С. 75-80

3. Козорез, А. И. Состояние зимних пастбищ оленевых в Никорском лесничестве ГПУ "НП "Беловежская пуца" / А.И. Козорез // Беловежская пуца. Исследование : сборник научных статей. – Брест: Альтернатива, 2018. – Вып. 16. – С. 143-153

УДК 632.752 (476)

А.А. Бегун, асп.;  
А.Д. Пошелюк, асп.;  
С.В. Буга, д-р биол. наук,  
(БГУ, г. Минск)

#### **ТЛИ (ARHIDOIDEA), ПОВРЕЖДАЮЩИЕ БЕРЕЗУ И ОЛЬХУ В ЛЕСОПОСАДКАХ И ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ В БЕЛАРУСИ**

Береза и ольха принадлежат в Беларуси к числу лесообразующих пород [1], собственно березняки и ольшаники не являются широко распространёнными лесными формациями, однако эти древесные породы широко представлены в смешанных лесах [2–4]. Береза повислая, или бородавчатая (*Betula pendula* Roth), береза пушистая



(*Betula pubescens* Ehrh.) и ольха черная, или клейкая (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) широко распространены по всей территории страны. Ольха серая (*Alnus incana* (L.) Moench) в Беларуси находится на южной границе ареала, отсутствуя южнее Минска, на севере страны чрезвычайно активно осваивает выведенные из сельскохозяйственного оборота земли. Березу повислую широко используют в лесопосадках. Высокая хозяйственная значимость березы делает актуальным изучение ее фитофагов-вредителей, которые могут снижать выход и качество посадочного материала, продуктивность маточников, прирост деревьев как в посадках, так и лесных массивах, ухудшать качество продукции лесозаготовки. В рекреационных лесах повреждения фитофагами ведет к ухудшению эстетических качеств растений, что сказывается на выполнении насаждениями своих функций.

Круг растительноядных беспозвоночных, повреждающих берёзу, крайне широк, что иллюстрируют материалы подготовленной Ю. В. Синадским монографической сводки [5]. Тли являются характерной группой вредителей древесных пород, фигурирующих в каталогах, среди которых 2-х томное издание «Вредители леса» [6]. Принадлежащие к числу дендробионтов, развивающийся на берёзах и ольхах, представители таксона на рубеже столетий были охвачены целенаправленными исследованиями дендрофильных тлей Беларуси [7]. К настоящему времени изменились взгляды на номенклатуру некоторых таксонов тлей и экологическая обстановка в местообитаниях этих насекомых, что делает желательной актуализацию информации о текущей ситуации с распространением, экологией и вредоносностью представителей группы.

По результатам выполненного анализа состава коллекции дендрофильных тлей, в настоящее время хранящийся на кафедре зоологии Белорусского государственного университета (г. Минск), составлены списки из 14 видов тлей, развивающихся на берёзах, в который вошли *Glyphina betulae* Linnaeus, 1758; *Glyphina pseudoschrankiana* Blackman, 1989; *Hamamelistes betulinus* Horvath, 1896; *Hormaphis betulae* Mordvilko, 1901; *Betulaphis brevipilosa* Börner, 1940; *Betulaphis quadrituberculata* Kaltenbach, 1843; *Calaphis betulicola* Kaltenbach, 1843; *Calaphis flava* Mordvilko, 1928; *Callipterinella calliptera* Hartig, 1841; *Callipterinella tuberculata* von Heyden, 1837; *Euceraphis betulae* Koch, 1855; *Euceraphis punctipennis* Zetterstedt, 1828; *Monaphis antennata* Kaltenbach, 1843; *Symydobius oblongus* von Heyden, 1837. В список тлей, повреждающих ольху, вошло 5 видов: *Glyphina jacutensis* Mordvilko, 1931; *Pterocallis albida* Börner, 1940; *Pterocallis alni* de Geer, 1773; *Pterocallis maculatus* von Heyden, 1837; *Clethrobium comes* Walker, 1848.

Среди фитофагов берез *G. betulae* представляет семейство Thelaxidae, *Hamamelistes betulinus* и *Normaphis betulae* – семейство Normaphididae, остальные – семейство Calaphididae. Они очень разнообразны по особенностям экологии. К числу каулобионтов принадлежит березовая корьевая тля (*S. oblongus*), насекомые формируют колонии на одревесневших участках побегов, возможно заселение обнаженных тонких корней. Колонии посещаются муравьями, характерными являются регистрации в них хищных личинок мух-серебрянок (Diptera: Chamaemyiidae). Остальные тли являются филлобионтами. В частности, *G. betulae* – типичная меристемофильная форма. Тли формируют плотные колонии у вершин активно вегетирующих побегов, на молодых листовых пластинках. "Классические" колонии на листовых пластинках формируют тли рода *Betulaplis* Glendenning: *B. brevopilosa* и *B. quadrituberculata*. Муравьями они не посещаются. Для большинства других Calaphididae характерно агрегирование. Тли рода *Callipterinella* Oestlund могут размещаться и на недревесневших побегах, но более характерна локализация агрегаций на листовых пластинках.

В отличие от большинства развивающихся на березах Calaphididae, они, как правило, посещаются муравьями, то есть мирмекофильны. Представители рода *Calaphis* Oestlund чаще агрегируются только на листовых пластинках, *Euceraphis* Zetterstedt – также у вершин недревесневших побегов. Для последних характерно продуцирование хлопьевидного воска, а также отсутствие бескрылых живородящих самок (виргинопар). Листовые тли *Monaphis antennata* выраженных агрегаций не формируют, однако, потомство может осваиваться рядом с самкой-виргинопарой. Фактически одиночными является тли семейства Normaphididae. При этом, если для *N. betulae* характерна деформация заселенных листьев, питание *N. betulinus* подобных последствий не обуславливает.

Все берёзовые тли продуцируют много пади. Медвяная роса под интенсивно колонизированными частями растений может заселяться сажистыми, реже – дрожжевыми грибами. Продукция пади рассматривается в посадках как непостоянное явление, однако может выступать в качестве кормового ресурса для многих энтомофагов вредителей леса, привлекая их в насаждениях. На ольхе в Беларуси развивается 5 видов тлей, в числе которых 1 вид семейства Thelaxidae и 4 – семейства Calaphididae. Представители рода *Glyplina* являются типичными меристемофильными формами, формируемые этими тлями колонии размещаются на вершинах не одревесневших побегов. Напротив, одревесневшие побеги заселяют тли *C. comes*, их колония обычно

посещается с муравьями. Тли *P. maculatus* формируют колонии на листовых пластинках и неодревесневших побегах серой ольхи (*A. incana*), их обычно посещают муравьи. Остальные представители рода *Pterocallis* Passerini – *Pterocallis alni* и *Pterocallis albida*, могут рассматриваться как одиночно живущие формы, муравьями они не посещаются. В условиях Беларуси *P. albida* встречается крайне редко, тогда как *P. alni* – повсеместно фоновый вид. Вышеперечисленные тли являются продуцентами пади.

Таким образом, среди тлей, повреждающих березу и ольху в условиях Беларуси, имеются как колониальные, так и неколониальные формы. Большинство посещаются муравьями, являясь мирмикофилами. Некоторые продуцируют хлопьевидные восковые выделения, которые хорошо заметны стороннему наблюдателю. Таким образом, комплексы дендрофильных тлей, повреждающих березу и ольху в условиях Беларуси, характеризуются относительно высоким видовым богатством, что делает актуальным дальнейшее изучение этих вредителей леса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Юркевич, И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах / И. Д. Юркевич. – Минск: Наука и техника, 1980. – 120 с.
2. Юркевич, И. Д. Березовые леса Беларуси: Типы, ассоциации, сезонное развитие и продуктивность / И. Д. Юркевич. – Минск: Наука и техника, 1992. – 183 с.
3. Юркевич, И. Д. Типы и ассоциации черноольховых лесов (по исследованиям в БССР) / И.Д. Юркевич, В.С. Гельтман, Н.Ф. Ловчий. – Минск: Наука и техника, 1968. – 376 с.
4. Юркевич, И. Д. Сероольховые леса и их хозяйственное использование / И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман, В. И. Ловчий. – Минск: Изд-во АН БССР, 1963. – 142 с.
5. Синадский, Ю. В. Береза: Ее вредители и болезни / Ю.В. Синадский. – М.: Наука, 1973. – 216 с.
6. Шапошников, Г.Х. Подотряд *Aphidoidea* – тли / Г.Х. Шапошников // Вредители леса: справочник.– М.; Л., 1955. – Т. 2. – С. 782–845.
7. Буга, С. В. Дендрофильные тли Беларуси. / С.В. Буга. – Минск: БГУ, 2001. – 98 с.

### **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОДРОСТА ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПОРОД В БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСАХ**

В современных условиях идет интенсивное освоение лесов. На этом этапе при подборе способов рубок необходимо учитывать лесорастительные условия, структуру материнского березового древостоя, наличие подроста, особенностей состояния конкретного участка при проектировании хозяйственных мероприятий. Под пологом производных березовых древостоев часто встречается подрост хвойных и твердолиственных пород. В этом случае путем проведения постепенных рубок главного пользования, а также сплошнолесосечных рубок с сохранением подроста есть возможность сформировать хозяйственно-ценное насаждение [1].

Вероятность восстановления коренных насаждений на месте производных березовых лесов зависит от численности и качества подроста, находящегося под пологом спелых древостоев.

Для исследования были использованы лесоустроительные материалы площадей березовых древостоев с наличием подроста. Они размещены на 26% березовых лесов Беларуси под пологом которых имеется подрост хозяйственно-ценных пород или общей площадью 248 782 га. Его состав довольно разнообразный и представлен 15 древесными видами. В большинстве типов леса доминирует подрост ели европейской.

Подрост ели представлен на 81,1% от общей площади участков. Ель европейская хорошо возобновляется и развивается под защитным пологом мягколиственных насаждений, в то время как на открытых участках ее всходы страдают от солнцепека, заморозков, выжимания, заболачивания и густого живого напочвенного покрова. Таким образом березовые древостои мало угнетают коренные породы и даже способствуют их защите в молодом возрасте. С увеличением возраста березняков условия освещенности, площади питания и водного режима для подроста ухудшается [2].

Распределение количества подроста по типам леса (таблица) показывает, что в богатых условиях березняков кисличных возобновление идет успешнее всего (32,4% от общей площади анализируемых березняков).

**Таблица 1 – Характеристика подроста хозяйственно-ценных пород деревьев в различных типах леса**

Материнский древостой				Подрост				
Тип леса	Возраст, лет	Площадь, га	Полнота	Преобладающий состав	Средний возраст, лет	Количество. шт./га	Средняя высота, м	Оценка благонадежности
Б.бол-пап.	69,9	662,3	0,6	10Е	27,5	411,9	3,5	67,6%
Б. бр.	46,6	85,1	0,6	10С	15,6	78,5	2,5	89,1%
Б. вер.	45,7	819,1	0,6	10С	15,1	622,6	1,9	95,5%
Б. дм.	56,2	11 388,6	0,7	10Е	22,2	9 694,1	3,1	89,4%
Б. кис.	60,0	80 601,7	0,7	10Е	25,0	74 892,5	3,9	92,7%
Б. кр.	57,6	2197,6	0,7	10Е	24,0	1 156,6	3,9	88,3%
Б. лш.	51,7	2,5	0,5	10С	16,0	1,4	1,7	66,7%
Б. мш.	50,5	4 584	0,7	10Е	18,8	4 170,1	2,9	73,5%
Б. ор.	56,0	39 310,6	0,7	10Е	23,9	34 981	3,8	84,7%
Б. ос.	61,9	3 662,3	0,6	10Е	23,7	1 823	3,1	81,2%
Б. ос.-сф.	46,0	190,4	0,6	10Е	15,9	61,5	1,6	65%
Б. ос.-гр.	64,1	5 425,3	0,7	10Е	25,1	2 390,4	4,0	82,4%
Б. пап.	59,2	32 598,6	0,7	8Д2Е	24,4	18 680,5	3,8	78,4%
Б. пр-гр.	60,3	2 259,9	0,7	10Е	25,1	1 190,3	3,5	58,2%
Б. сн.	58,3	11 896,7	0,7	6ЕЗЛП1КЛ	24,0	4 949	4,0	80,6%
Б. тав.	60,0	3,0	0,7	5ОЛЧ1Б4ОЛС	18,0	12	4,8	80%
Б. чер.	57,5	53 515,1	0,7	10Е	23,5	21 284	4,8	93,5%

Состав подроста в этом типе леса чаще всего 10Е (67%). В южной геоботанической подзоне 8,6% кисличные березняки имеют под пологом подрост из твердолиственных пород. Средний возраст подроста в данном случае составил 25 лет при среднем возрасте древостоя 60 лет и его полноте 0,7. Также значительное количество подроста встречается под пологом березняков черничных – 8,5% и орляковых – 14%. Средний возраст подроста в этих типах леса составил 23,5 лет и 23,9 лет соответственно при возрасте березняков – 57,5 лет и 56,4 лет соответственно и при полноте 0,7 в обоих случаях.

Подрост сосны встречается практически во всех типах леса, но довольно в незначительном количестве. Площадь таких участков всего 10 094,4 га, что составляет 4,0 % площади исследуемой березовой формации. Его преобладание увеличивается к южной геоботанической подзоне. Чаще всего сосна возобновляется под пологом березняков орляковых – 28,18%, березняков черничных – 23,4% и березняков мшистых – 20,2%. В березняках лишайниковых, вересковых, брусничных сосна является доминирующим видом среди подроста.

Дуб черешчатый среди подроста имеет преимущество в березняках папоротниковых. Такие площади занимают из всей выборки 812,4 га. Все они расположены в подзоне широколиственно-сосновых лесов.

Благонадежность подроста в березняках составила 86,1%. При этом просматривается влияние типа леса на состав, возраст, высоту и благонадежность подроста.

Таким образом лесной фонд Беларуси имеет значительные площади спелых и приспевающих производных березовых лесов, имеющих подрост хозяйственно-ценных пород. Наличие подроста имеется во всех типах березовых лесов, однако четко прослеживается зависимость его количество и благонадежность от типа леса. Подрост под пологом березовых древостоев имеет довольно широкое видовое разнообразие, но преобладают в основном хвойные породы, в частности ель.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Опыт поведения рубок главного пользования в производных березняках Белорусского Поозерья / К. В. Лабоха [и др.] // Труды БГТУ. 2015. № 1 (174): Лесное хоз-во. С. 66–69.
2. Беляева Н.В. Оценка жизненного состояния ели на парцеллярном уровне // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2013. №35. С. 38–41.

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАБИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЛАНДШАФТНОМ ДИЗАЙНЕ**

Габионы – конструкции, изготовленные из сетки и заполненные камнем или другим материалом. Благодаря широкому спектру возможностей и преимуществ, эти конструкции в последние десятилетия стали популярным элементом создания привлекательных, удобных, гармонично сочетающихся с окружающей средой пространств.

Целью исследований являлось изучение эстетической ценности и других функциональных возможностей использования габионных конструкций в ландшафтном дизайне.

Габионы создаются из сетчатого резервуара (клетки, корзины) и наполнителя. В зависимости от способа изготовления клетки они могут быть сварными и плетеными, что сказывается на выборе материала, форме и размерах ячеек. Сетка для габионов (лучше крученая) изготавливается из оцинкованной проволоки диаметром от 2,5–3,6 мм. Три основные разновидности конструкций габионов – коробчатые, матрасные и цилиндрические, в равной степени популярны в ландшафтном дизайне. Также широко применяют габионы и других форм, в т. ч. трапеции и сферы. В качестве наполнителя чаще всего используют природный камень (базальт, песчаник, гранит и др.) крупных размеров и разнообразной окраски, что в сочетании с сетчатым резервуаром обеспечивает прочность и долговечность всей конструкции, создает ощущение ее гармонии с природной средой и во многом определяет эстетическую ценность габионов [1–3].

Кроме декоративности, позволяющей использовать габионы в качестве самостоятельных элементов ландшафта, зачастую выполняющих роль акцентов в садово-парковых композициях, эти конструкции имеют широкий спектр других функциональных возможностей. Габионы могут эффективно использоваться для защиты берегов водоемов от размывания, создания чаши бассейнов, ложа небольших искусственных водоемов, для укрепления склонов и предотвращения эрозии почв (рис. 1). Кроме того, габионные конструкции позволяют управлять потоками воды, участвуют в создании водных элементов, таких как фонтаны и водопады. В свою очередь водные элементы (фонтаны, водопады) могут быть встроены в габионные структуры, что позволяет создавать красивые композиции в садах, парках или общественных местах (рис. 2).

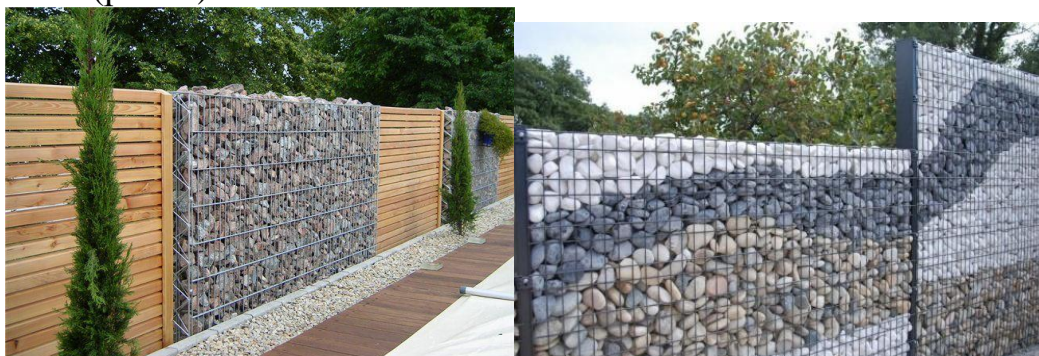


**Рисунок 1 – Габрионная конструкция, используемая для защиты берега водоема от размывания [4]**



**Рисунок 2 – Небольшой водопад, встроенный в габрион [5]**

Заполненные камнями короба габриона, соединенные в определенном порядке, образуют устойчивую конструкции в виде бордюров, подпорных стенок, заборов и других ограждений, которые позволяют обозначить границы, обеспечить зонирование и безопасность территории и одновременно выполнить роль декоративного элемента участка (рис. 3).



**Рисунок 3 – Варианты декоративных ограждений из габрионов [6]**

При использовании наполнителя в виде земельной смеси, они могут превратиться в растительные ограждения. Естественный облик габрионных конструкций позволяет успешно использовать их при создании композиций с участием декоративных культур, в т. ч. выступающих в качестве вертикальных элементов озеленения, созданных посадками ампельных и вьющихся растений.

Часто габрионы используют в качестве декоративных контейнеров для выращивания однолетних и многолетних культур. Также их применяют и для создания основания с целью удержания других контейнеров или крупных вертикальных конструкций, декорированных в верхней части ампельными растениями (рис. 4, 5).





**Рисунок 4 – Использование габионов в качестве цветочных контейнеров [5]**



**Рисунок 5 – Использование габионов в качестве опоры для создания вертикальных элементов цветочно-декоративного оформления, г. Минск**

Из габионов можно создавать разнообразную садовую мебель, высокодекоративные скульптурные композиции и другие ценные элементы ландшафтного дизайна, формирующие привлекательный и неповторимый облик садово-паркового объекта (рис. 6).

Встроенные светильники или подсветка габионов позволяют создавать интересные и разнообразные световые эффекты в темное время суток (рис. 7).

Таким образом, габионы, как конструкции из сетки, наполненные камнями, являются не только высокодекоративными элементами ландшафта, но позволяют решать важные практические задачи, выполняя защитные, ограждающие, разграничительные, направляющие, опорные и другие функции.



**Рисунок 6 – Садовая мебель (слева) и скульптурные композиции (справа) из габионов [5]**



**Рисунок 7 – Декоративная подсветка габионов [5]**

На основе габионных конструкций могут быть созданы разнообразные малые архитектурные формы – декоративные контейнеры для размещения цветочных и прочих культур, опоры, ограждения, садовая мебель, скульптурные композиции и др. Габионы хорошо сочетаются с растительными и водными элементами ландшафта, а также декоративной подсветкой. Большим преимуществом габионных конструкций является их долговечность, поскольку они не боятся воздействия перепадов температур и повышенной влажности, достаточно устойчивы к механическим повреждениям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Виды конструкций габионов [Электронный ресурс] / – Режим доступа: [https://dg-home.ru/blog/gabiony-v-landshaftnom-dizajne\\_b482076](https://dg-home.ru/blog/gabiony-v-landshaftnom-dizajne_b482076). – Дата доступа: 19.01.2024.
2. Иванов И. А. Технологии применения габионов в современном строительстве: учебное пособие / И. А. Иванов. – 2-е изд., перераб. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 196 с.
3. Ландшафт и габионы [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://www.amira.ru/stati/ulichnoe-osveshchenie-goroda-zadachi-raznovidnosti-osvetitelnyh-priborov-preimushchestva>. – Дата доступа: 19.01.2024.
4. Габионы для укрепления берегов [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://topgabion.ru/ukreplenie-berega-gabionami>. – Дата доступа: 19.01.2024.
5. Использование габионов в ландшафте [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <https://don-gabion.ru/gabiony-na-dache-cto-eto-takoe-i-kak-ispolzovat>. – Дата доступа: 19.01.2024.
6. Габионная сетка для забора [Электронный ресурс] / – Режим доступа: [https://metabud.by/catalog/landshaftnye\\_materialy/gabiony\\_iz\\_svarnoy\\_setki\\_lepse\\_lepse](https://metabud.by/catalog/landshaftnye_materialy/gabiony_iz_svarnoy_setki_lepse_lepse). – Дата доступа: 19.01.2024.

## **СИСТЕМЫ И ОТДЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЛИВНЕВЫМИ СТОКАМИ**

Атмосферные осадки нередко приводят к затоплению территорий, перебоям в работе предприятий и затоплению нижних этажей зданий. Причины здесь разные: количество выпавших осадков, увеличение плотности застройки в городе, «закованность» улиц в асфальт, а также старые коммуникации. Вместе с тем происходит обеднение грунтовых вод, которые не получают достаточного водного питания из-за непроницаемых покрытий и отвода воды ливневыми канализациями. Для решения данных проблем в мировой практике существует ряд приемов по отводу ливневых вод в городских условиях, использующие как инженерно-технические, так и озеленительные элементы, кроме того, в некоторых странах разработаны собственные программы по регулированию ливневых вод в городе, интегрируя городской водный цикл в современный городской дизайн и применяя экологическую инфраструктуру и дренажные системы.

Исторически сложилось так, что в городах использовали инженерно-техническую инфраструктуру – ливневую канализацию – системы водосточных желобов, труб и туннелей – для отвода ливневых стоков к очистным сооружениям или прямо к местным водоемам.

Инженерно-техническая инфраструктура во многих районах устаревает, а ее существующая способность управлять большими объемами ливневых вод снижается в районах по всей стране. Чтобы решить эту проблему, устанавливают системы зеленой инфраструктуры, чтобы повысить свою способность управлять ливневыми стоками. Термин «зеленая инфраструктура» определяется как введение и организация новых технологий, имитирующих природные процессы, для решения экологических задач (в городах).

Основными компонентами «зеленой» инфраструктуры по управлению ливневыми стоками считаются: биодренажные канавы, проницаемые покрытия земли, зеленые кровли, удерживающие пруды, дождевые сады.

Данные компоненты могут использоваться как самостоятельно, так и сочетаться друг с другом, а также комбинироваться с элементами инженерно-технологической инфраструктуры.

Биодренажные канавы – это линейные понижения в рельефе, предназначенные для очистки поверхностного стока воды с высоким

уровнем загрязнения с помощью растений и нескольких фильтрующих слоев. Поверхностный растительный слой на песчаной основе фильтрует загрязнения и контролирует скорость прохождения воды в нижние слои. Переходный слой, представленный геотекстилем, предотвращает вымывание мелких частиц из поверхностного растительного слоя. Дренажный слой, в основном состоящий из гравия или щебня, позволяет воде дренировать в почву. Очищенные излишки воды, дренировавшей по слоям, направляются в водосточные трубы, ведущие в ливневую канализацию. Таким образом, компоненты дренажной канавы очищают воду за счет фильтрации через слои щебня и почвенного субстрата с высаженными на нем растениями.

Специальные проницаемые материалы, такие как пористый асфальт или бетон, а также водопроницаемая брусчатка, так называемая «экоплитка» или резиновые игровые площадки позволяют воде проходить через их поверхности в землю под ними. Эти материалы замедляют, перенаправляют и фильтруют воду через почву.

Проницаемые кровли делятся на зеленые и синие крыши. Зеленые крыши улучшают качество воздуха и воды при снижении затрат на энергию. Зеленые и синие крыши также помогают уменьшить городской сток, удерживая осадки, обеспечивая потенциальное решение для управления ливневыми водами в высококонцентрированных городских районах. Зеленые крыши задерживают дождь и углеродное загрязнение. От 40 до 80 % общего количества дождя, выпадающего на зеленые крыши, можно зарезервировать. Вода, сбрасываемая с крыш, течет медленно, что сразу снижает количество стоков, попадающих в канализацию. Синяя крыша – это крыша здания, специально спроектированная для обеспечения первоначального временного накопления воды (как правило, осадков), а затем ее постепенного сброса. Вода накапливается в системах синих крыш до тех пор, пока она не испарится или не будет выпущена вниз. Хотя синие крыши не удаляют загрязняющие вещества из воды, временно задерживая ее, они уменьшают нагрузку на ливневую канализацию при сильных дождях, которые останавливают аварийный перелив из комбинированной канализационной системы сброса неочищенных сточных вод в реки, ручьи и прибрежные воды.

Удерживающие пруды с растительностью и без растительности. Искусственно созданные пруды, предназначенные для постоянного хранения воды. Основная функция – накопление поверхностного стока и оттаивание воды. Дождевая вода поступает равномерно со всех поверхностей: через биофильтрационные полосы, лотки, канавы и т. д. Осадок постепенно оттаивается в воде в течение следующих

24–72 часов. Дополнительно в пруд могут быть высажены растения. Растения выставляются в контейнерах, либо высаживаются в подготовленный субстрат. Обычно такие пруды сочетают в себе несколько зон: зона сырого берега, зона болотца и зона основного водоема, благодаря чему увеличивается разнообразие применяемых растений. По сравнению с искусственными болотами, пруды являются более глубокими и менее озелененными.

Одним из наиболее популярных элементов зеленой инфраструктуры управления ливневыми стоками являются дождевые сады. В мире дождевые сады, как часть программы устойчивого развития города, создаются уже около сорока лет и являются ключевым элементом устойчивой системы городского дренажа. Дождевой сад представляет собой неглубокий канал с пологим уклоном, заполненный верхним слоем почвы и растениями. Во время дождей канал заполняется водой, которая потом постепенно стекает в ливневую канализацию или просачивается в почву. В странах северных регионов из-за низких зимних температур и больших объемов снега организация дождевых садов требует корректировки под местные погодные условия и аборигенные виды растений.

Дождевые сады управляют стоком дождевой воды, обеспечивая при этом дополнительные преимущества:

- дождевые сады пропускают в грунтовые воды на 30% больше воды, чем обычный газон. Это пополняет питьевую воду и местные водооток, снижая нагрузку на инфраструктуру ливневых стоков.

- исследования показывают, что дождевые сады поглощают CO<sub>2</sub>, что делает их низкоуглеродной инфраструктурой.

- дождевые добавляют визуальную привлекательность.

По конструктивным особенностям дождевые сады делятся на две категории:

- простая конструкция – фильтрующие слои и растения;

- усложненная конструкция – здесь, помимо основных элементов подразумевается прокладка дренажной трубы (данный вид относится к сложным комбинированным системам).

Также существуют дождевые сады, предназначенные для защиты территорий от затоплений во время штормов. Такие сады перехватывают поток, и не допускают его проникновения на территорию жилой застройки, дорог, площадок.

Кроме стандартных дождевых садов существует другая их разновидность, где вода не должна полностью уходить в землю. На улицах и во дворах создают искусственный рельеф, чтобы направить стоки дождевой воды в специально созданные биотрясины – небольшие

болотца, засаженные камышами, осокой, тростником и другой растительностью, которая помогает очищать загрязненную воду. Данные элементы благоустройства специально заболачиваются, тем самым создается более природный и естественный вид.

Кроме отдельных элементов и устройств, помогающих регулировать ливневые стоки, существуют также целые системы регулирования сточных вод и колебаний уровня воды при наводнениях и штормах. Термин сложные комбинированные системы (СКС) подразумевает объединение нескольких приемов в одну систему. К СКС относятся системы биоплато и дождевые сады усложненной конструкции.

Включение дополнительных систем в дождевой сад может быть обосновано желанием улучшить инфильтрацию, транспортировку воды с других участков в сад, а также возможностью сбора и хранения воды для дальнейшего использования. В некоторых дождевых садах может иметься функция резерва (запаса) воды – сначала вода очищается, проходя по террасам из растений, затем попадает в подземный резервуар. Вода хранится там и будет использоваться для орошения деревьев во время засушливой погоды. Также усложняется конструкция для крупных по площади дождевых садов. Такие объекты могут создаваться в парковых зонах, неподалеку от дороги. В таком случае имеет смысл организовать поступление воды на территорию сада с проезжей части по системе стоков.

Биоплато или водная площадь является городской застройкой, спроектированной как общественная площадь под открытым небом, которая может быть затоплена во время сильного дождя. **Собирая эту воду, водный сквер предотвращает наводнения в городе.** Дождевая вода, стекающая с улиц и крыш, направляется в водосборные бассейны и постепенно просачивается в землю через инфильтрационное устройство. Излишки хранятся в бассейнах в течение 36 часов, предотвращая перегрузку канализационной сети и уменьшая сброс сточных вод в водные пути. **В сухую погоду это пространство используется жителями, которые могут заниматься там спортом или использовать его как общественное пространство.** Это созданная человеком система очистки стоков, располагается она каскадом, и возводится с учетом химических и биологических способов очистки.

К сложным комбинированным системам относятся в том числе программы по регулированию стоков различных стран, такие как: «Sponge city» (Китай), «Устойчивая дренажная система» (Великобритания), «Застройка с низким уровнем воздействия» (США, Канада) и «Водосберегающий городской дизайн» (Австралия).

## **МАЛЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ ФОРМЫ В СИСТЕМАХ СТАТИЧЕСКОЙ ГОРОДСКОЙ НАВИГАЦИИ**

Система навигации всегда состояла из решения трех последовательных задач: где находимся, что окружает, и как до него добраться. Эти задачи на данный момент можно решить с помощью правильно спроектированной городской навигации. Термин «городская навигация» появился благодаря американскому специалисту в области городского планирования и автору урбанистической библии – книги «Образ города» – Кевину Линчу. Именно так – Wayfinding – до сих пор в английском называют городскую навигацию. Линч исследовал, как люди воспринимают и организуют пространственную информацию во время перемещения в городской среде. Он пришел к выводу, что это происходит инстинктивно, человек ориентируется на пять основных элементов: пути (улицы, дороги); границы (заборы, здания); районы (части города, различающиеся по характеру); узлы (центры чего-либо или перекрестки); ориентиры (легко идентифицируемые объекты, достопримечательности).

Основные преимущества городской навигации:

1. Туристическая привлекательность – город перестает быть для туристов, впервые его посетивших, огромным белым пятном, они сразу знают, какие у них есть возможности для досуга и отдыха, в каком направлении им следует двигаться, на что следует обратить внимание.

2. Комфорт городской среды для горожан – кроме туристов, посещающих город впервые, городская навигация необходима и для местных жителей, вне зависимости от того, расположена она на основных транспортных артериях или в отдаленных частях города. Она также позволит расширить потенциал культурно-досуговых мест города.

3. Один из аспектов создания безбарьерной среды – говоря о безбарьерной городской среде, принято в первую очередь освещать проблемы маломобильных групп населения, однако, барьеры могут быть представлены не только физической недоступностью. Во многих городах уже появляются полосы на тротуарах для слепых и слабовидящих, но часто люди с нарушениями слуха и речи оказываются обделены вниманием. А ведь и для здорового человека не всегда бывает возможным спросить дорогу у прохожего – в этом случае системы статической городской навигации (далее – ССГН) становятся незаме-

нимы.

4. Эстетическое единообразие городской среды – когда речь заходит об облике современных городов, большое внимание уделяется тому, насколько реклама меняет исторический вид города. Системы статической городской навигации (ССГН) призваны не только помочь принять решение о том, в каком направлении двигаться – это так же места для рекламы.

К основным малым архитектурным формам, применяемым в городской навигации относятся:

А) *указатели* – пешеходные и автомобильные знаки, сообщают о направлении и расстоянии до станций метро, остановок общественного транспорта, музеев, магазинов, медицинских учреждений и многих других объектов. Они выполняются в виде отдельно стоящих конструкций или панель-кронштейнов на опорах городского освещения и линий электропередачи. Указатели содержат название объекта на двух языках, пиктограмму, адрес, расстояние в минутах. Благодаря этому человек понимает, где именно он находится, куда нужно двигаться дальше и сколько времени примерно займет путь;

Б) *таблички* – дизайн этих элементов должен отвечать особенностям местности. В условиях узких дорожек и небольших площадок информирование лучше всего выполнять с помощью компактных табличек. В таких ситуациях читают с близкого расстояния, поэтому использование крупных пиктограмм и шрифтов является нецелесообразным. С другой стороны, для широких дорожек и открытых площадок обязательно нужны большие панели, текст на которых хорошо и разборчиво виден с дальнего расстояния и под разными углами;

В) *информационные стелы и пилоны* с наглядными схемами и картами помогают туристам, гостям города и местным жителям найти дорогу к достопримечательностям и другим важным объектам. Наглядное представление местности в виде удобных ориентиров позволяет оптимизировать движение потоков посетителей. Наиболее распространенной формой ССГН являются информационные стелы.

Информационная стела – это привлекающая внимание конструкция небольших размеров, которая служит источником информации о близлежащих объектах и помогает быстро сориентироваться на местности. Подобная стела несет следующие функции:

- навигационную – ориентирует человека в городской среде;
- справочную – содержит номера важнейших городских служб, скорой помощи и городской справочной службы и т. п.;
- помощи слабовидящим – в виде блока информации для слабовидящих;



– рекламную – такие стелы в последнее время часто используются в качестве рекламно-информационных табло.

В настоящее время информационные стелы бывают в том числе и электронными интерактивными.

Г) *мелкие графические объекты* – цветовая навигация, направляющие линии и т. д.

Установка знаков навигации для ориентирования на территории города должны быть на всех въездных магистралях, а также на перекрестках, у исторических и общественных зданий, вдоль туристических маршрутов. Это могут быть стрелы, подвески, таблички на зданиях. Установка знаков ориентирования для туристов, жителей и гостей города включает в себя и установку указателей на иностранном языке на фасадах зданий. При разработке навигации и ориентирующей информации принимается во внимание необходимость соответствия следующим базовым требованиям:

– **Информативность** – обеспечение простой, доступной и быстрой навигации туристов;

– **Наглядность** – обеспечение быстрого распознавания информации вне зависимости от страны происхождения туриста, от сезонно-климатических условий, от области применения;

– **Единообразие** визуальных элементов вне зависимости от типа носителя информации (знаки, указатели, навигационные таблички, постеры и другие);

– **Эстетика** – способность визуальных элементов органично вписываться в ландшафт местности и объектов, где они будут применяться, включая городские ландшафты с исторически ценной застройкой, объекты транспортной инфраструктуры и природные ландшафты;

– **Толерантность** – соответствие визуальных элементов восприятию представителей различных национальностей, религиозных конфессий, а также лицами с ограниченными возможностями;

– **Технологичность** – применяемые визуальные элементы должны быть просты в изготовлении, монтаже и демонтаже, обслуживании.

При разработке художественно-технических параметров основных типов навигационных указателей используется метод системного проектирования.

Современный метод системного проектирования помогает сформировать единые социальные, экономические, функциональные, инженерные, технические, противопожарные, санитарно-гигиенические, экологические, архитектурно-художественные и иные

требования ко всем типам навигационных указателей, входящих в общую систему.

**Принцип рациональности.** Под рациональностью понимается логическая обоснованность, целесообразность того или иного художественно-технического решения. Соблюдение данного принципа связывается с выполнением двух главных условий. Первое условие – это установление прямой, самой тесной связи местоположения указателя, формы с ее функциональным содержанием. Такое содержание обуславливает выполнение формой самого широкого круга предъявляемых к ней функциональных требований. Важнейшим из них является полное и глубокое решение сугубо утилитарных задач – осуществления функции городского ориентирования. При таком решении местоположение и форма становятся не только удобной, но и комфортной в своих функциональных качествах, предельно полезной для человека, т. е. именно рациональной.

Другое важное функциональное требование – эффективная конструктивная разработка, формы и содержания. Она предполагает достижение максимально высокого уровня технологического исполнения при производстве и монтаже. Данная структурная форма должна быть обращена к максимально широкому кругу пользователей, в том числе, людей с ограниченными функциональными возможностями.

**Гибкость.** Гибкость – это система, способная к развитию и сохраняющая при этом свою целостность. Соблюдение данного параметра крайне важно, особенно в рамках динамики развития крупных мегаполисов. Данный принцип в рамках 34 концепции, необходимо понимать в разрезе возможностей развития Единой системы навигации вместе с развитием городских территорий.

**Органичность.** Этот принцип определяет собой местоположение и формообразование указателей на основе сложившейся застройки на той, или иной городской территории. Важно подчеркнуть, что речь здесь идет не о механическом подражании формам фасадов зданий, а об их творческом осмыслении с целью органичного преобразования в дизайн-формах указателей и определению их местоположения.

**Образность.** Данный принцип отражает идею создания уникальной идентификационной модели, при которой пользователь различных навигационных систем мог интуитивно понимать переход из одного навигационного поля в другое.

**Целостность.** Этот принцип должен стать связующим звеном между всеми вышеописанными принципами проектирования.

## **НАЦИОНАЛЬНАЯ ЛИТВИНСКО-БЕЛОРУССКАЯ КУХНЯ КАК ОБЪЕКТ ТУРИЗМА**

Историческая память (кулинарная является важной составной ее частью) является весьма и весьма устойчивым элементом национального самосознания. Первичный консерватизм кухни, прежде всего, обусловлен повторением от поколения к поколению процесса приготовления и потребления пищи, и в первую очередь набора тех исходных продуктов, которые определяются местоположением территории.

Следует отметить, что исторически кухня развивалась под воздействием, в первую очередь, двух основополагающих факторов, являющих основу ментального опыта: характерные черты базового сельскохозяйственного цикла, и система ограничений, связанных с традиционно-религиозным пониманием окружающей действительности. Значит традиционно-исторические особенности термической обработки исходных продуктов, сделали акцентированно-национальное понимание кулинарных традиций нашего народа. Видится целесообразным сосредоточить усилия на привлечении внимания к своей исторической индивидуальности, которая позволяет выделить аутентичность страны и нации.

В данном случае это сложно осуществлять без оценки потенциала экологического и культурно-исторического наследия как необходимого условия для устойчивого развития туристических дестинаций в отдельных регионах Беларуси.

Известно [1], что в настоящее время существуют два основных подхода к определению сути понятия «дестинация». Один, географический, базируется на представлениях о том, что данная территория обладает туристско-рекреационными ресурсами. Второй, клиентоориентированный, постулирует о том, что искомая территория является целью путешествия. Тогда можно прийти к выводу о том, что понятие «дестинация» следует рассматривать преимущественно как географический объект, что получило достаточно широкое распространение в научной литературе.

В этом случае пространство, относимое к дестинации, должно иметь четкие границы, определенные географическим положением объекта.

Таким образом, если понятие туристическая дестинация рассматривать в таком аспекте, то оно практически соответствует понятию туристическая зона, принятому в нашей стране. Закон «О туриз-

ме» в редакции от 11.11.2021 № 129-3 [2] определяет его как часть территории Республики Беларусь с точно определенными границами, на которой расположены один или несколько туристических ресурсов и которая создана в целях поддержки туристической индустрии, развития внутреннего туризма и международного въездного туризма, одного или нескольких видов туризма, охраны и рационального использования туристических ресурсов.

В данном случае важной составляющей являются именно границы территории, что еще раз подчеркивает преобладание географического подхода к формированию названной территории.

Однако существует и иная точка зрения [3]. Согласно ей дестинацию следует рассматривать как географическое пространство, составляющее цель путешествия, обладающее необходимой инфраструктурой для размещения, питания, развлечений, познавательной и оздоровительной деятельности и представляющее собой субъект конкуренции на рынке въездного туризма и стратегический объект предпринимательства. А это определяет дестинацию как прежде всего экономическую систему, так как географическим в ней является только пространство, остальные четыре элемента имеют четко выраженный экономический генезис.

Так цель вполне можно определять как тот вид путешествия (то есть вид туризма) на которое физическое лицо готово тратить деньги. Они представляют собой экономическую категорию, универсальный эквивалент обмена. Инфраструктура, конкуренция и предпринимательство – важные элементы, относящиеся к той же сфере.

Если экономическую систему рассматривать как совокупность механизмов и институтов для принятия и реализации решений, касающихся производства, распределения доходов и потребления в рамках определенной географической территории, то согласно [4] она является объектом управления, и ключевыми моментами этого процесса являются принятие решений по поводу того, что, сколько и как следует производить, кто должен получить эту продукцию, и способна ли система адаптироваться к изменениям.

То есть произвести оценку ее потенциальной конкурентоспособности, а значит, представить маркетинговую стратегию, позволяющую представить ее будущее развитие.

В этой связи одним из эффективных методов продвижения дестинации является формирование туристического бренда, локализованного в ее пределах, что в первую очередь является определяющим фактором в обеспечении устойчивого туристического потока, так как бренд реализует функции идентификации (выделение дестинации для

потребителя среди аналогичных туристических территорий), и дифференциация (донесение до посетителя существенных отличий или уникальности конкретной дестинации).

Следует констатировать, что национальная кухня является одной из наиболее привлекательных черт дестинации. Это дает возможность использовать ее (кухню) в качестве одного из брендов, делающих дестинацию узнаваемой и востребованной.

В Национальной стратегии развития туризма в Республике Беларусь до 2035 г. [5] развитие гастрономического туризма рассматривается в качестве эффективной инновационной технологии, в том числе формирующей уникальную идентичность дестинации, так как кухня является одной из важнейших составляющих национального культурного опыта.

Пожалуй, наиболее консервативной, и наименее подверженной резким изменениям привычной вкусовой гаммы.

Другое дело, что тот канон, который считается белорусским, и к которому все привыкли, имеет весьма сомнительный потенциал для того, чтобы стать брендом в классическом его понимании. С развитым внешним атрибутивом, ассоциативным рядом, эмоциональной насыщенностью, парадигмой ценностных характеристик и пр. Известно, что он появился в 1955 г. по инициативе Совета Министров СССР в виде обязательного к исполнению всеми учреждениями общественного питания «Сборника рецептов белорусских национальных блюд». В 1978 г. на основе этого сборника и трудов Н. Я. Никифоровского [6] и П. В. Шейна [7] по восточной Беларуси, В. В. Похлебкин [8] развил его в своей книге «Национальные кухни наших народов».

В результате автор, например, утверждает, что «...грибы только отваривают и тушат, а блюд из жареных грибов белорусская кухня не знает (так же, как не знала она маринования и засола грибов до начала XX в.)». Далее автор замечает, что чисто овощные слабо разработаны в белорусской кухне, хотя и признает, присутствие различных не смешанных предварительно овощей в сыром и отваренном виде в качестве добавок к мясным блюдам, а иногда и употребляемым и самостоятельно. И далее перечисляет излюбленные овощи белорусов: «капуста, морковь, горох, брюква и редька, и, конечно, картофель – последнему принадлежит особое место».

И это не единичные необоснованные утверждения, но они повсеместно тиражируются в различных изданиях, как электронных, так и на бумажных носителях.

Но если обратиться к достоверным, но малоизвестным для большинства источникам [9, 10 и др.], то появляется совершенно иная

«база» которая вполне пригодна для формирования действительно привлекательного, узнаваемого и продаваемого бренда.

В итоге, можно констатировать, что при должном внимании к исторической национальной кулинарной традиции, имеется репрезентативный первичный фактический материал.

Он может лечь в основу формирования туристического бренда, локализованного в пределах дестинации, что в первую очередь является определяющим фактором в обеспечении устойчивого туристического потока, так как бренд реализует функции идентификации (выделение дестинации для потребителя среди аналогичных туристических территорий), и дифференциация (донесение до посетителя существенных отличий или уникальности конкретной дестинации). Искусственно же созданное и оторванное от исторических корней «новообразование» никак не подходит на роль фундамента для будущего бренда.

Ранее отмечалось [11], что наличие национального мифа, основанного на внятно очерченной исторической и аутентичной составляющей со всем его атрибутивом, является решающим условием устойчивого развития как внутреннего, так и международного туризма. Как, впрочем, не только их одних. Но, любое, как нечто искусственно созданное, как некий суррогат, оно не вызывает ни положительных, ни отрицательных эмоций, и непригодно для мифологизации, что и отражается в отсутствии интереса к нему как у внутреннего, так и внешнего потребителя.

Традиции питания белорусов как наследников литвинов, имеют гораздо большую историю, нежели представляется в настоящее время, и, кроме того, располагают многочисленными многовековыми сведениями, позволяющими формировать национальный миф.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасёнок А. И. Геоэкономика туризма – М.: ИНФРА-М; Минск: Новое знание, 2011. – 272 с.

2. О туризме : Закон Респ. Беларусь от 25 ноя. 1999 г. № 326-З : в ред. от 11 ноя. 2021 г. № 129-З // URL : <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=H12100129&p1=1&p5=0> (дата обращения: 01.12.2023).

3. Тарасёнок А. И. Оценка конкурентоспособности национальной туристической дестинации Республики Беларусь / А. И. Тарасёнок // Белорусский экономический журнал. 2018. № 2. С. 139–151.

4. Макконнелл К.Р., Брю С. Л., Флинн Ш .М. Экономикс: принципы , проблемы и политика: Пер. 18-го англ. изд. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 1010 с.

5. Национальная стратегия развития туризма в Республике Беларусь до 2035 г. // Утверждена Межведомственным экспертно-координационным советом по туризму при Совете Министров Республики Беларусь 07.10.2020 г. № 05/34 пр.// URL : <http://www.belarustourism.by/news> НАЦИОНАЛЬНАЯ%20СТРАТЕГИЯ.pdf (дата обращения: 01.12.2023).

6. Никифоровский, Н.Я. Очерки простонародного життя-быття в Витебской Белоруссии и описание предметов обиходности // Этнографические данные. Витебск, 1895. – VIII+548+CLIV с. – URL [http://by.ethnology.ru/by\\_lib/nkfrvsk\\_01/graf/nkfrvsk\\_01\\_cont.html](http://by.ethnology.ru/by_lib/nkfrvsk_01/graf/nkfrvsk_01_cont.html) (дата обращения: 01.12.2023).

7. Шейн, П. В. Материалы для изучения быта и языка русского населения Северо-Западного края / собр. и приведенные в порядок П. В. Шейном. – СПб. : Тип. Имп. Акад. наук, 1887–1902. – (Сборник Отделения русского языка и словесности императорской Академии наук). Т. 3 : Описание жилища, одежды, пищи, занятий; препровождение времени, игры, верования, обычное право; чародейство, колдовство, знахарство, лечение болезней, средства от напастей, поверья, суеверия, приметы и т. д. – 1902. – IV, 535 с.

8. Похлебкин, В. В. Национальные кухни наших народов / В.В. Похлебкин. – М.: Центрполиграф, 2004. – 329 с.

9. Літоўская гаспадыня, ці Навука аб утрыманні ў добрым стане хаты... / пер. з польскай мовы П. Р. Казлоўскага, В. В. Нядзвецкай. – Мінск : Польша, 1993. – 366 с.

10. Литовская кухарка: первая белорусская кулинарная книга / пер. с пол. яз. Н. Бабиной. – Минск : Харвест, 2013. – 414 с.

11. Бессараб Д. А. О возможности использования потенциала литвинско-белорусской кухни в туристических целях / Д. А. Бессараб // Традыцы і сучасны стан культуры і мастацтваў : зб. навук. арт. Вып. 4 / гал. рэд. А. І. Лакотка; Цэнтр даследаванняў беларускай культуры, мовы і літаратуры НАН Беларусі. – Мінск : Права і эканоміка, 2023. – С. 678–683.

А.И. Блинцов, доц., канд. биол. наук;  
А.В. Козел, доц., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

**ФОРМИРОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЛЕСНАЯ ЭНТОМОЛОГИЯ» ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА БГТУ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ «ЗАЩИТА ЛЕСА»**

Разработка учебно-методического комплекса – весьма значительная и ответственная часть преподавательской работы. По сути, учебно-методический комплекс – это неотъемлемая составная часть системы образования, включающая планирование, разработку и создание оптимальной базы учебно-методической документации и средств обучения. Учебно-методический комплекс должен служить эффективным средством не только обучения, но и самостоятельной учебной деятельности студента и контроля качества знаний.

Учебно-методическое обеспечение образовательного процесса должно отличаться разнообразием, разрабатываться для всех видов учебной деятельности студентов и характеризоваться комплексностью, особенно в условиях модернизации и стандартизации учебного процесса.

Для успешного восприятия учебного материала обучающимся нужны разнообразные учебно-методические средства, позволяющие овладеть необходимыми знаниями и научиться эффективно их применять, выполняя сложные задачи как системы образования, так и современного производства. Главная цель учебно-методической базы состоит в том, чтобы обеспечить реализацию требований образовательного стандарта по соответствующей специальности. Она должна способствовать удовлетворению индивидуальных образовательных потребностей обучающихся и повышению эффективности образовательного процесса в целом [1–3].

Согласно учебному плану специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство», дисциплина «Лесная энтомология» является составной частью государственного компонента и входит в модуль «Защита леса». Цель изучения дисциплины «Лесная энтомология» заключается в профессиональной подготовке инженеров лесного хозяйства специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство», а в некоторых случаях и других близких специальностей, в области защиты леса и защиты от повреждений вредителями заготовленных лесоматериалов.



«Лесная энтомология» опирается на многие специальные дисциплины: по вопросам экологии лесных насекомых – на «Экологию с основами метеорологии», по применению энтомопатогенных микроорганизмов – на «Физиологию растений с основами микробиологии», по организации лесопатологического мониторинга – на «Лесную фитопатологию». Она необходима для изучения учебных дисциплин «Лесоводство», «Лесные культуры и защитное лесоразведение», «Лесоустройство», «Защита декоративных растений от вредителей и болезней» и дисциплин специализации 1-75 01 01 03 «Защита леса».

Структурные элементы, на основе которых формируется учебно-методическая база учебной дисциплины «Лесная энтомология», можно рассматривать на трех разных, но взаимосвязанных уровнях: методологическом, методическом и практическом. При этом их целесообразно распределить на ряд блоков:

1) учебно-программная документация. Сюда можно отнести учебный план, типовую и учебную программы, которые разрабатываются с определенной периодичностью в том числе и на основе образовательных стандартов новых поколений;

2) учебные издания – перечень учебных изданий, имеющих историческую ценность, официально утвержденных, рекомендованных либо допущенных к использованию в образовательном процессе по данной учебной дисциплине (учебники, учебные и учебно-методические пособия, учебные наглядные пособия, практикумы). В библиотеке БГТУ и на кафедре лесозащиты и древесиноведения имеется достаточное количество учебных изданий для успешного изучения и усвоения материалов по дисциплине «Лесная энтомология»;

3) средства обучения (объемные: средства изображения натуральных объектов, натурные объекты; технические: видео-, аудиозаписи; электронные презентации). По дисциплине «Лесная энтомология» в учебном процессе широко задействован наглядный материал по всем изучаемым темам.

На кафедре имеются учебные фильмы о биоэкологических особенностях типичных представителей хозяйственно важных групп вредителей леса. Использование видеоматериалов дает хорошую визуальную информацию о местах обитания и характере поведения насекомых в окружающей среде, особенностях их внешнего вида, в том числе по фазам развития, специфики наносимых повреждений и других характерных черт как насекомых фитофагов, так и энтомофагов.

Одним из наиболее важных и эффективных средств обучения по данной дисциплине являются работа на лабораторных занятиях с натурными объектами – коллекциями насекомых, типами поврежде-

ний растений фитофагами. Причем энтомологическими сборами занимаются сами студенты в процессе прохождения учебной практики по «Лесной энтомологии» в Негорельском учебно-опытном лесхозе с целью закрепления полученных теоретических знаний;

4) средства контроля (средства текущей, промежуточной и итоговой аттестации). Повышение качества учебного процесса в условиях сокращения количества аудиторных часов можно осуществлять, лишь управляя самостоятельной работой студентов, при постоянном контроле за качеством усвоения учебного материала. Текущий контроль позволяет в течение семестра установить «обратную связь» между студентами и преподавателем, фиксирует глубину усвоения учебного материала.

При текущем контроле упор делается на самостоятельную работу студентов, на возможность сочетания контроля преподавателя и самоконтроля. Это воспитывает у студента стремление к самостоятельной работе не только в сессию, но и в течение всего семестра. Основными формами текущего контроля являются контрольная работа, устный опрос, тестирование. Итоговый контроль осуществляется путем проведения экзамена по дисциплине. По окончании летней учебной практики осуществляется контроль правильности определения собранных коллекций насекомых и образцов повреждений, защита отчетов по практике.

Современные проблемы в обществе, связанные в том числе с распространением коронавируса, потребовали изменения организации учебного процесса на всех ступенях образования. Востребованной технологией стало дистанционное обучение. Этот вид обучения стал возможен благодаря развитию компьютерных технологий, давших возможность хранить и передавать информацию с использованием сети Интернет.

Чтобы обеспечить непрерывность процесса обучения в условиях, когда дневное обучение фактически становится заочным, нами был создан электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по дисциплине «Лесная энтомология». Разработанные учебно-методические материалы, разбитые на 4 раздела (теоретический, практический, вспомогательный и контроля знаний), были поделены на отдельные темы согласно учебной программе, подготовлены и выложены в формате PDF и других удобных для работы форматах (текстовых или форматах презентаций).

Данные материалы полностью обеспечили учебный процесс. При разработке ЭУМК были выполнены все требования образовательного стандарта: своевременное отражение результатов достиже-

ний науки и техники, последовательное изложение учебного материала, использование современных методов и технических средств в учебном процессе, организация и методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Наш опыт работы в таком формате, несмотря на некоторую его перегруженность, является важным для дальнейшего развития технологий обучения, а возникающие периодически проблемы представляются вполне решаемыми [4].

Все разработанные и предложенные структурные элементы сформированного и используемого учебно-методического комплекса, на основе которого обеспечивается реализация требований образовательного стандарта, отражают современный уровень развития дисциплины, предусматривают последовательное изложение учебного материала, использование современных методов и технических средств интенсификации учебного процесса. Это позволяет студентам успешно усваивать учебный материал и получать навыки применения его на практике, что в результате способствует повышению разнообразия и эффективности образовательного процесса и удовлетворению индивидуальных образовательных потребностей подготавливаемых специалистов лесного хозяйства в области учебной дисциплины «Лесная энтомология», входящей в модуль «Защита леса» государственного компонента теоретического обучения студентов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тимофеева И. Е., Завадская С. В. Разработка структурных элементов учебно-методических комплексов в учреждениях профессионального образования // URL:<http://elib.bspu.by/handle/doc/37726> (дата обращения 25.11.2021).

2. Удотов А. С. Создание учебно-методической базы данных как фактор повышения качества учебного процесса // Сибирский педагогический журнал. 2007. № 9. С. 82–89.

3. Андреев С. Ф., Сталович Н. С. Разнообразие форм текущего контроля знаний как средство активизации учебной деятельности студента // Проблемы современного образования в техническом вузе: материалы III Респ. науч.-метод. конф., Гомель, 31 окт. – 1 нояб. 2013 г. Гомель, 2013. С. 20–21.

4. Применение информационных технологий в учебном процессе / Д. С. Карпович [и др.] // Проблемы и основные направления развития высшего технического образования : материалы XXIV Респ. науч.-метод. конф., Минск, 25–26 марта 2021 г. Минск, 2021. С. 152–154.

В.М. Босак, праф., д-р с.-г. навук;  
Т.У. Сачыўка, дац, канд. с.-г. навук  
(БДСГА, г. Горкі);

А.У. Дамнянкова, канд. с.-г. навук (БДТУ, г. Мінск)

## **АСАБЛІВАСЦІ НАЗАПАШВАННЯ РАДЫЁНУКЛІДАЎ У ЛЯСНЫХ ЭКАСІСТЭМАХ**

У выніку аварыі на Чарнобыльскай АЭС каля 23 % лясных экасістэм Беларусі атрымалі радыеактыўнае забруджванне [1].

Радыеактыўнае забруджванне тэрыторыі Рэспублікі Беларусь, у тым ліку і лясных экасістэм, абумовіла прыняцце комплексу мерапрыемстваў па забяспячэнню радыяцыйнай бяспекі, якія скіраваны на мінімізацыю негатыўных наступстваў радыеактыўнага забруджвання.

У лясным фондзе асаблівая ўвага надаецца бяспечнаму вядзенню лясной гаспадаркі ў зонах радыеактыўнага забруджвання, радыяцыйнаму кантролю і радыяцыйнаму маніторынгу ляснога фонда, ахове і абароне лясоў у зонах радыеактыўнага забруджвання, асаблівасцям вядзення паляўнічай гаспадаркі, парадку інфармавання насельніцтва аб радыяцыйнай пагрозе ў лясах і г. д. [2–10].

Веды аб асаблівасцях назапашвання радыёнуклідаў у лясных экасістэмах дапамагаюць прыняць неабходныя меры па забяспячэнню радыяцыйнай бяспекі ў лясной гаспадарцы.

Значную ролю ў перамяшчэнні радыёнуклідаў у лясных экасістэмах маюць працэсы біялагічнай міграцыі: ападзенне лістоты, хвоі, дробных галінак і інш. Таму паступова змяншаецца забруджванне радыёнуклідамі ў кронах і павялічваецца забруджванне ляснога подсцілу і глебы [1, 4, 11, 12].

З цягам часу глеба становіцца працяглай пастаянна дзеючай крыніцай паступлення радыёнуклідаў у прадукцыю лясной гаспадаркі за кошт іх паступлення у расліны праз каранёвую сістэму. Гэты працэс з цягам часу становіцца асноўным у забруджванні драўніны. З раслінамі, пладамі, ягадамі і грыбамі радыёнукліды пападаюць у корм жывёлам і ў харчаванне чалавека.

Рэжым паступаючых у глебу радыёнуклідаў вызначаецца шэрагам фактараў: генезісам (тыпам) глебы, яе грануламетрычным складам, ступенню ўвільгатнення і акультуранасці, хімічнымі ўласцівасцямі радыёнуклідаў і г. д. [1, 4, 13–15].

Унутры асобных органаў і тканак драўніны размеркаванне радыеактыўных рэчываў мае нераўнамерны характар, які залежыць ад

відавых адрозненняў, фізіялагічных і марфалагічных асаблівасцей будовы даследуемых частак раслін, а таксама непасрэдна ад уласцівасцей радыёнуклідаў.

Радыёізатопы стронцыю назапашваюцца найбольш ў надземнай фітамасе з найменшай удзельнай актыўнасцю непасрэдна ў драўніне. Радыёізатопы цэзію размяркоўваюцца як у надземнай, так і падземнай частках дрэва пры мінімальным назапашванні таксама ў драўніне.

Біялагічныя асаблівасці асобных раслін, якія ўплываюць на ўзровень назапашвання радыёнуклідаў, можны вызначыць толькі пры іх размяшчэнні ў межах адной экасістэмы. Для надглебавага біяцэнозу вызначаны наступны рад назапашвання радыёнуклідаў: мох > лішайнікі > травяністыя расліны.

Абагульнены рад па велічыні назапашвання цэзію-137 у акоранай драўніне выглядае наступным чынам: елка > сасна > асіна > бяроза > дуб; стронцыю-90: бяроза і асіна > елка > дуб і сасна.

Значныя адрозненні ў велічыні назапашвання радыёнуклідаў у драўніне адной і той жа пароды ў адным і тым жа месцы залежаць таксама не толькі ад нераўнамернасці радыеактыўнага забруджвання глебы, але і ад стану дрэваў ў лясных экасістэмах.

Найбольш назапашваюць радыёнукліды дрэвы I класу росту і развіцця, якія валодаюць больш магутнай каранёвай сістэмай і карыстаюцца больш спрыяльным светлавым рэжымам. У II класе назапашванні цэзію-137, у параўнанні з I класам, у сярэднім зніжаецца ў 1,6 разоў, у III класе – у 3, у IV–V класах – у 3,7–4,3 разы.

Такім чынам, размеркаванні радыёнуклідаў у лясных экасістэмах залежыць ад шэрагу фактараў (шчыльнасці забруджвання, пароднага і ўзроставага складу, глебавых умоў, умоў увільгатнення і г. д.), якія патрэбна ўлічваць пры распрацоўцы мерапрыемстваў па забяспячэнню радыяцыйнай бяспекі ў лясной гаспадарцы.

#### ЛІТАРАТУРА

1. Босак, В.Н. Радиационная безопасность в лесном хозяйстве / В.Н. Босак, Л.А. Веремейчик. – Минск: РИПО, 2018. – 277 с.

2. Босак, В.Н. Порядок информирования населения о радиационной обстановке в лесах / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко, А.В. Домненкова // Технология органических веществ. – Минск, 2021. – С. 67–68.

3. Босак, В.Н. Радиационный мониторинг в лесном фонде / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко, А.В. Домненкова // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2020. – С. 71–72.

4. Домненкова, А.В. Основные закономерности распределения радионуклидов в лесных экосистемах / А.В. Домненкова, В.Н. Босак, Т.В. Сачивко // Инновационные решения в технологиях и механизмах

ции сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2024. – Вып. 9. – С. 36–39.

5. Перетрухин, В.В. Контроль радиационной безопасности работающих при производстве продукции из древесины / В.В. Перетрухин, Г.А. Чернушевич, В.Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2016. – С. 5.

6. Перетрухин, В.В. Проблемы использования древесного топлива из зон радиоактивного загрязнения / В.В. Перетрухин, Г.А. Чернушевич, В.Н. Босак // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2015. – С. 35.

7. Поставка древесного топлива с соблюдением норм и правил обеспечения радиационной безопасности / А.В. Домненкова [и др.] // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2022. – С. 83–85.

8. Распределение территории лесного фонда Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь по зонам радиоактивного загрязнения / А.В. Домненкова [и др.] // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 60–62.

9. Распределение цезия-137 по компонентам лесного насаждения / А.В. Домненкова [и др.] // Технология органических веществ. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 62–64.

10. Сермакшева, Е.В. Радиационная обстановка на объектах и рабочих местах лесного хозяйства / Е.В. Сермакшева, В.Н. Босак, А.В. Домненкова // Проблемы лесоведения и лесоводства. – 2017. – Вып. 77. – С. 388–395.

11. Переволоцкая, Т.В. Радиационное лесоводство (основы лесной радиозэкологии) / Т.В. Переволоцкая. – Гомель: ГГУ, 2014. – 45 с.

12. Переволоцкий, А.Н. Основы ведения лесного хозяйства в условиях радиоактивного загрязнения / А. Н. Переволоцкий, И.М. Булавик. – Минск, 2003. – 144 с.

13. Антоник, М.И. Почвенные условия дубовых насаждений юго-западной части Беларуси / М.И. Антоник, В.Н. Босак // Труды БГТУ. Лесное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 97–101.

14. Антоник, М.И. Свойства почв дубрав Белорусского Полесья / М.И. Антоник, В.Н. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2013. – С. 55.

15. Балакир, М.В. Почвенные условия в еловых насаждениях искусственного происхождения в условиях Беларуси / М.В. Балакир, В.Н. Босак // Актуальные направления научных исследований XXI века. – 2015. – Т. 3, № 4-2 (15-2). – С. 161–164.

Т.М. Бурганская, доц., канд. биол. наук;  
Г.А. Волченкова, зав. кафедрой, канд. биол. наук;  
Н.А. Макознак, доц., канд. архитектуры;  
Н.В. Серко, ст. преп., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

**РАЗНООБРАЗИЕ И СОСТОЯНИЕ РАСТЕНИЙ  
РОДА *CHAMAECYPARIS* SPACH. В КОЛЛЕКЦИОННЫХ  
ПОСАДКАХ ПАРТЕРНОЙ ЧАСТИ БОТАНИЧЕСКОГО  
САДА БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Среди хвойных пород, используемых в озеленении на территории Республики Беларусь, кипарисовик (*Chamaecyparis* Spach.) менее известен и не получил столь широкого распространения, как другие представители семейства *Cupressaceae* Gray, например туя (*Thuja* L.), поскольку многие виды и декоративные формы кипарисовика недостаточно зимостойки. Вместе с тем в составе коллекций ботанических садов, в питомниках и садовых центрах республики представлено видовое и особенно формовое разнообразие кипарисовиков, что определяет актуальность оценки декоративности, состояния и устойчивости растений в посадках с целью выявления наиболее перспективных из них для условий Беларуси.

Целью проведенных исследований являлась оценка разнообразия и состояния представителей рода *Chamaecyparis* Spach. в коллекционных посадках партерной части ботанического сада Белорусского государственного технологического университета (БГТУ) на основе сравнительного анализа результатов инвентаризации растений, полученных в 2013 г. и 2023 г.

Местом проведения исследований являлся ботанический сад БГТУ, расположенный на территории Негорельского учебно-опытного лесхоза (Дзержинский район Минской области; Северо-центральный район интродукции для озеленения Беларуси). Материалом для исследований послужили декоративные формы кипарисовика, приобретенные в 2010 г. и 2015 г. в питомнике Государственного научного учреждения «Центральный ботанический сад НАН Беларуси» (ЦБС НАН Беларуси) и высаженные на территории зоны отдыха и у водоема партерной части ботанического сада университета.

Методикой проведения исследований предусматривалось уточнение систематической принадлежности кипарисовиков; определение морфометрических показателей растений – высоты надземной части, диаметра кроны (путем замера его в самой широкой части в двух вза-

имно перпендикулярных направлениях и деления суммы показателей пополам), длины прироста побегов (путем замера прироста не менее 3 побегов каждого растения); оценка зимостойкости (по 7-балльной шкале) и категории состояния растений (по 5-балльной шкале, где 5 баллов – отличное состояние, 1 балл – гибель растений) [1].

Проведенные исследования показали, что в ассортимент древесных растений для озеленения Республики Беларусь, разработанный сотрудниками ЦБС НАН Беларуси, включены 2 вида рода *Chamaecyparis* Sprach. (таблица 1).

**Таблица 1 – Видовой состав кипарисовиков в ассортименте древесных растений, рекомендуемых для озеленения Республики Беларусь [2]**

Вид	Категория экологической и ландшафтной значимости <sup>1)</sup>	Районы интродукции на территории Беларуси <sup>2)</sup>	Отношение к		Интегральная оценка устойчивости растений <sup>5)</sup>
			влажности <sup>3)</sup>	освещенности <sup>4)</sup>	
К. горохоплодный – <i>Ch. pisifera</i> Sieb.et Zucc.	++	I–V	++	++	++
К. Лавсона – <i>Ch. lawsoniana</i> (Andr.) Parl.	++	II, IV, V	++	++	++

*Примечание.* 1) ++ – вторая категория экологической и ландшафтной значимости пород, куда входят экзоты и местные породы, дополняющие посадки пород первой категории, т.е. основного ассортимента; 2) I – Северный, II – Западный, III – Северо-центральный, IV – Южно-центральный, V – Южный районы интродукции; 3) ++ – умеренно влаголюбивые растения; 4) ++ – растения выносят затенение; 5) ++ – относительно устойчивы к комплексу факторов внешней среды

Анализ таблицы 1 показывает, что из 5 видов рода *Chamaecyparis* Sprach. для выращивания на территории Беларуси рекомендованы 2 – К. горохоплодный (для озеленения на всей территории республики) и К. Лавсона (в районах интродукции с наиболее теплым климатом). Растения этих видов умеренно влаголюбивы, могут переносить затенение, достаточно устойчивы в условиях Беларуси. В современной практике озеленения наиболее востребованными являются декоративные формы кипарисовика, отличающиеся значительным разнообразием признаков.

Результаты проведенных исследований показали, что в посадках партерной части ботанического сада БГТУ в 2013 г. и 2023 г. произрастали 12 декоративных форм кипарисовика, в т. ч. 8 – К. горохоплодного, 3 – К. Лавсона, 1 – К. нутканского (таблица 2).



**Таблица 2 – Результаты инвентаризации кипарисовиков в посадках партерной части ботанического сада БГТУ, 2013 г. и 2023 г.**

Декоративная форма	Количество растений, шт.*	Год посадки	Высота растения, см*	Диаметр кроны, см*	Прирост побегов, см*	Категория состояния, балл*
<b>К. горохоплодный – <i>Ch. pisifera</i> Sieb. et Zucc.</b>						
'Boulevard'	1	2015	$\frac{118}{-}$	$\frac{50}{-}$	$\frac{4,3}{-}$	$\frac{4}{-}$
'Filifera Aurea'	1	2010	$\frac{35}{154}$	$\frac{73}{161}$	$\frac{2,5}{10,3}$	$\frac{4}{5}$
'Filifera'	2	2010	$\frac{75}{210; 210}$	$\frac{74}{145; 193}$	$\frac{5,0}{14,3; 16,3}$	$\frac{4}{4; 5}$
'Nana'	1	2015	$\frac{43}{-}$	$\frac{53}{-}$	$\frac{5,3}{-}$	$\frac{5}{-}$
'Plumosa'	2	2010	$\frac{85}{152; 220}$	$\frac{80}{187; 256}$	$\frac{7,0}{8; 7}$	$\frac{4}{4}$
'Plumosa Aurea'	1	2010	$\frac{205}{330}$	$\frac{140}{310}$	$\frac{9,0}{10,7}$	$\frac{3}{4}$
'Squarrosa Lombards'	2	2010	$\frac{91}{170; 230}$	$\frac{62}{151; 144}$	$\frac{1,0}{8,3; 7,3}$	$\frac{5}{4}$
'Sungold'	1	2015	$\frac{49}{-}$	$\frac{80}{-}$	$\frac{14,3}{-}$	$\frac{1}{-}$
<b>К. Лавсона – <i>Ch. lawsoniana</i> (Andr.) Parl.</b>						
'Alumi Gold'	1	2010	$\frac{207}{360}$	$\frac{110}{160}$	$\frac{4,0}{11,7}$	$\frac{4}{5}$
'Ivonne'	2	2010	$\frac{105}{340; 345}$	$\frac{52}{225; 195}$	$\frac{6,0}{17,0; 15,3}$	$\frac{5}{5}$
'Columnaris'	2	2010	$\frac{204}{270; 350}$	$\frac{80}{145; 181}$	$\frac{2,2}{8,3; 10,0}$	$\frac{4}{4; 5}$
<b>К. нутканский – <i>Ch. nootkatensis</i> D. (Don) Spach</b>						
'Jubilee'	$\frac{2}{1}$	2010	$\frac{140}{450}$	$\frac{80}{225}$	$\frac{8,0}{8,0}$	$\frac{5}{4}$

*Примечание.* \* В числителе приведены данные инвентаризации 2013 г., в знаменателе – 2023 г. При наличии 2 экземпляров декоративной формы в числителе (2013 г.) приведено среднее значение показателя, в знаменателе (2023 г.) – значение показателя по каждому растению

Установлена достаточно высокая зимостойкость (балл I – повреждений нет) всех произрастающих кипарисовиков. В результате усыхания погиб лишь 1 экземпляр К. нутканского 'Jubilee'. Выявлено преимущественно отличное и хорошее общее состояние растений (категории 5 и 4), при этом у К. горохоплодного 'Filifera Aurea' и 'Plumosa Aurea' со временем состояние растений улучшилось. Самой высокой и стабильной декоративностью в посадках отличаются растения К. Лавсона 'Ivonne' (рис. 1).



**Рисунок 1 – Кипарисовик Лавсона 'Ivonne' в зоне отдыха партерной части ботанического сада БГТУ, 2023 г.**

Высота надземной части изученных кипарисовиков за прошедший период времени увеличилась минимально в 1,5 раза (К. Лавсона 'Columnaris'), максимально в 4,4 раза (К. горохоплодный 'Filifera Aurea'), а диаметр кроны растений увеличился в 1,5 (К. Лавсона 'Alumi Gold') – 4,0 раза (К. Лавсона 'Ivonne'). С возрастом прирост побегов в длину у растений всех декоративных форм (за исключением К. нутканского 'Jubilee') увеличился в 1,1–7,8 раза. Максимальное увеличение прироста побегов в 2023 г. по сравнению с 2013 г. выявлено у К. горохоплодного 'Squarrosa Lombards'.

Таким образом, представленные в ботаническом саду БГТУ декоративные формы кипарисовика разнообразны по признакам декоративности, морфометрическим характеристикам, в целом растения отличаются устойчивостью и стабильным ростом надземной части в высоту и ширину. Декоративные формы кипарисовика могут быть перспективны для создания солитеров, групповых посадок, ярких цветковых акцентов (растения с золотистой хвоей), а некоторые из них – для выращивания в контейнерной культуре, каменистых и вересковых садах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Торчик В. И. Декоративные садовые формы хвойных растений / В. И. Торчик, Е. Д. Антонюк. – Минск: Эдит ВВ, 2007. – 152 с.

2 Сидорович, Е. А. Ассортимент декоративных деревьев и кустарников для зеленого строительства Беларуси и рекомендации по оптимизации условий выращивания сеянцев / Е. А. Сидорович, И. М. Гаранович, А. И. Чаховский. – Минск: Тэхналогія, 1996. – 62 с.

Т.М. Бурганская, доц., канд. биол. наук;  
Н.А. Макознак, доц., канд. архитектуры;  
Г.А. Волченкова, зав. кафедрой, канд. биол. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **ФОРМИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИЙ ЦВЕТНИКОВ ПРИРОДНО-ЛАНДШАФТНОГО ТИПА С УЧЕТОМ РОЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ РАСТЕНИЙ**

Проектирование цветников природно-ландшафтного типа сочетает принципы формирования искусственных фитоценозов с естественностью жизненного облика композиций, достигающейся высокой плотностью посадок преимущественно многолетних растений, ярусным характером их размещения, использованием инертных материалов для оформления необходимых с эстетической либо функциональной точки зрения пространственных разрывов.

Мировой опыт создания подобных цветочно-декоративных элементов предполагает распределение ролевых функций растений в композициях с выделением из их числа структурообразующих растений (многолетние культуры со стабильным декоративным эффектом) и растений-«наполнителей» (менее выразительны большую часть вегетационного периода, подчеркивают эстетические качества структурообразующих растений, выполняя главным образом связующую и фоновую роли). Рекомендуемое соотношение вышеуказанных ролевых групп растений (70–75% и 25–30%) предполагает доминирование по занимаемой площади растений структурообразующего типа. Акцентные элементы монокомпозиций часто формируются из числа структурообразующих растений и могут занимать достаточно крупные участки цветника. Точечные акценты занимают сравнительно небольшие площади, выделяясь за счет своей величины (вертикальные и объемные акценты) и окраски (колористические акценты). Роль таких акцентов в композициях могут выполнять как структурообразующие растения, так и некоторые растения-«наполнители», обеспечивающие кратковременный эстетический эффект в отдельные периоды вегетации. Непрерывность декоративного эффекта композиций достигается путем использования красивоцветущих и декоративно-лиственных растений различных сроков цветения и продолжительности вегетации (30% – цветущие весной, 40% – летом, 25% – осенью; 5% – сохраняющие декоративность зимой) [1].

Монокомпозиции создаются преимущественно на основе массовых посадок растений одного вида (сорта) или сочетанием групповых посадок различных сортов используемой культуры. Структура сме-

шанных по составу растений композиций природно-ландшафтного типа обычно предполагает чередование групп (малых и крупных) либо больших куртин (моно- и смешанных блоков), повторяющихся через определенное расстояние, при этом могут частично меняться размер и ассортимент растений блоков (таблица) [2].

**Таблица – Ролевые функции и характер размещения основных многолетних цветочно-декоративных растений в композициях природно-ландшафтного типа**

Культура	Ролевая функция <sup>1)</sup>	Тип посадки <sup>2)</sup>
1	2	3
<i><b>Весеннецветущие</b></i>		
Аквилегия гибридная	А, СВ	мГ
Анемона нежная	А	сБ, мГ
Ауриния скальная	СВ, А	мГ
Бадан толстолистный	С, А	мБ, Г, М
Дороникум восточный	А	сБ, мГ
Иберис вечнозеленый	С, А	кГ, Б
Ирис гибридный	А, С	Г, Б
Ирис сибирский	С, А, Ф	Б, Г, М
Маргаритка многолетняя	СВ, А	сБ, Г
Медуница сахарная	СВ, А	Г
Молочай многоцветковый	С, А	мБ, Г
Подснежник белоснежный	А	мГ, сБ
Примулы весенняя, высокая, Комарова, мелкозубчатая	СВ, А	мГ
Резуха Арендса	СВ, А	мГ
Рябчик императорский	А	Г, сБ
Фиалка душистая	А, СВ	мГ
Фиалка трехцветная	СВ, А	мГ, мБ
Флокс растопыренный	СВ, А	Г, сБ
Хохлатка полая	А	мГ
Ясколка Биберштейна	А, СВ	Г, сБ
<i><b>Летнецветущие</b></i>		
Аквилегии гибридная, голубая, канадская, олимпийская	А, СВ	мГ
Анемоны вильчатая, канадская	СВ	мГ
Анемона гибридная	С, А	кГ, мБ
Астильбы Арендса, Тунберга, японская	С, СВ	Г, Б, М
Астры альпийская, итальянская	С, А	Б, Г
Астра кустарниковая	С, А	Б, Г, сБ
Бузульники Вильсона, зубчатый, Пржевальского и др.	С, А	Б, Г
Буквица крупноцветковая	А, С	мГ
Вербейник клетровидный	С	Г, Б, М
Вербейники обыкновенный, точечный	С, А	кГ, Б
Вероники большая, колосковая	С	Г, Б, М

## Продолжение таблицы

1	2	3
Вероники горечавковая, щербистая	С, А	Г
Волжанки американская, обыкновенная	Ф, А	М, Г
Гелиантемумы альпийский, гибридный	А, СВ	мГ
Гелиопсис подсолнечниковидный	С	Б
Герани великолепная, гималайская, кроваво-красная	А, СВ	мГ
Герани грузинская, красно-бурая, крупнокорневищная	А, СВ, С	Г
Девясилы великолепный, высокий	С	Б, Г
Девясил мечелистный	С, СВ	Б, Г
Дельфиниумы высокий, крупноцветковый	С	Б, Г
Дельфиниум культурный	С, А	Г
Дицентры великолепная, исключительная	А	мГ
Дороникум подорожниковый	А	сБ, мГ
Колокольчики карпатский, ложечницелистный, Пожарского	А, СВ	Г, Б
Колокольчики крапиволистный, молочноцветковый, периколистный, широколистный	С, А	кГ, Б
Колокольчик скученный	А	мГ, Б
Кореопсисы крупноцветковый, мутовчатый	С	Б
Лабазники вязолистный, камчатский, красный и др.	С, Ф	Б, М
Лиатрис колосковая	С, А	Г, Б
Лихнисы сверкающий, халцедонский	С, А	кГ, Б
Лихнис Хаага	А, С	Г, Б
Луки афлатунский, гигантский, голубой, каратавский, Моля, победный, понижающий	А	Б, Г
Лук медвежий	А, СВ	Б, Г
Лук скорода	А, С	Г
Маки восточный, прицветниковый	А	Г
Мелколепестник красивый	С	Б
Монарды двойчатая, трубчатая	С, А	Г, Б
Нивяники наибольший, обыкновенный	С	Б
Пенстемоны альпийский, бородатый, колокольчатый, др.	А, С	Г, Б
Пионы Витмана, войлочный, кавказский, крымский, Млокосевича, обратнойцевидный, укореняющийся	А	мГ
Пиретрумы красный, розовый	С, А	Б
Платикодон крупноцветковый	А	мГ
Полынь Пурша	С, Ф	Б, М
Рудбекия блестящая, гибридная, рассеченнолистная	С, А	Б
Тысячелистники обыкновенный, таволговый	С, А	Б, кГ
Физостегия виргинская	С, А	кГ, Б
Чистец шерстистый	С, СВ	Г
Эхинацея пурпурная	С	Б, Г
<i>Осеннецветущие</i>		
Аконит Кармихеля	С, А	кГ, Б
Анемона японская	С, А	кГ, мБ, сБ

Продолжение таблицы

1	2	3
Астра новобельгийская	С, А	Б, Г, сБ
Гелениум гибридный	С, А	Б, Г, сБ
Очиток видный	С, А	Б, Г, сБ
<i>Декоративные злаки</i>		
Бородач Жерарда	С, А	М, мГ
Вейник остроцветковый	С, Ф	М, Г
Вейник остроцветковый ' <i>Avalanche</i> ', ' <i>Karl Foester</i> ', ' <i>Overdam</i> '	А, Ф, С	Г, Б, М
Вейник коротковолосистый	Ф	М
Двукосточник тростниковый	СВ, Ф	Б, М
Луговик дернистый	СВ, Ф	Б, М
Мискантус китайский, сахароцветковый	СВ, Ф	Б, М
Мискантус китайский ' <i>Adagio</i> ', ' <i>Graziella</i> ', ' <i>Morning Light</i> ', ' <i>Nippon</i> '	СВ, Ф	Б, М
Мискантус китайский ' <i>Ferner Osten</i> '	А, СВ	мГ, Б
Мискантус китайский ' <i>Gracillimus</i> '	А, Ф	мГ, М
Мискантус китайский ' <i>Silberfeder</i> '	Ф	М
Мискантус китайский ' <i>Strictus</i> ', ' <i>Zebrinus</i> '	А	мГ, Б
Молиния голубая	СВ, Ф	Б, М
Овсец вечнозеленый	СВ, С	Г, Б
Овсяницы Мейера, сизая	СВ, С	Г, Б
Перистощетинник лисохвостый	СВ, С	Г, М
Просо прутьевидное ' <i>Heavy Metal</i> ', ' <i>Rotstrahlbusch</i> ', ' <i>Shenandoah</i> '	СВ, Ф, С	Г, М
Райграс высокий	Ф, СВ	Г, М, Б
Сеслерия голубая	СВ	Г, Б
Споробол раскидистый	СВ	Г, Б
Ячмень гривастый	Ф, СВ, С	Г, Б, М

*Примечание.* 1) С – структурообразующая, А – акцентная, СВ – связующая, Ф – фоновая роль в композиции; 2) Г – группы: мГ – малые группы, кГ – крупные группы; Б – блоки: мБ – моноблоки, сБ – смешанные блоки; М – массовые посадки

Целесообразность размещения растительных элементов цветников природно-ландшафтного типа с учетом ритмичности и ярусности объемно-пространственного построения и характера обзора (односторонний, двухсторонний либо круговой) обеспечивает цельность восприятия композиции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Койсман, Т. Ю. Цветники. Дизайн, проектирование, ассортимент / Т. Ю. Койсман. – М.: Эксмо, 2011. – 528 с.

2 Проектирование модульных цветников природно-ландшафтного типа: учеб.-метод. пособие для обучающихся по специальности углубленного высшего образования (магистратуры) 7-06-0821-02 «Ландшафтное благоустройство территорий» / Бурганская Т. М. [и др.]. – Минск: БГТУ, 2023. – 136 с.

## **МОНИТОРИНГ И ОЦЕНКА РИСКОВ ПОРАЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НП «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА» ИНВАЗИВНЫМИ ВИДАМИ ПАТОГЕННЫХ ОРГАНИЗМОВ**

Сохранение жизнеспособности и устойчивости лесов во многом зависит от своевременного сбора информации о лесопатологическом состоянии древостоев и факторах, оказывающих на них негативное влияние.

Инвазивные патогенные организмы, проникая в биогеоценозы, способны приводить к непоправимым экологическим и экономическим последствиям, что свидетельствует о важности мониторинга чужеродных видов в лесном фонде Республики Беларусь.

Особое значение здесь приобретает сохранение наиболее ценных насаждений, расположенных на особо охраняемых природных территориях.

На территории Национального парка «Браславские озера» выявлена возможность присутствия инвазивных патогенов, в том числе находящихся в карантинных списках ЕАЭС. Мониторинг фитопатогенных организмов, проведенный на территории ООПТ в 2022–2023 году позволяет сделать предварительные выводы о распространении инвайдеров и их влиянии на лесные насаждения национального парка и его охранной зоны.

*Hymenoscyphus fraxineus* Baral et al. – инвазивный вид, который в Беларуси встречается чаще других (синоним – *Chalara fraxinea*). Этот патоген паразитирует на листьях и побегах ясеня обыкновенного и других представителей рода *Fraxinus*, вызывая суховершинность. Особую опасность микромицет составляет для молодых растений, взрослые деревья более устойчивы к заболеванию [6].

Обследование насаждений национального парка и его охранной зоны с наличием в составе ясеня обыкновенного показало, что симптомы халарового некроза встречаются в 96,42 % случаях, что свидетельствует о широком распространении патогена.

В насаждениях ясеня на территории обследования встречались все классические симптомы суховершинности, которые являются следствием развития заболевания в различной степени, воздействующего на породу (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Острое усыхание подроста *F. excelsior*, пораженного инфекционным некрозом (слева), усыхающие деревья ясеня (справа)**

Опасный карантинный патоген ольхи *Phytophthora alni* Brasier et S.A. Kirk., впервые выявленный на территории Беларуси в 2014 году [6], так же возможно присутствует в микобиоте Национального парка «Браславские озера» и его охранной зоны. Об этом свидетельствует обнаружение многочисленных симптомов поражения насаждений ольхи фитофторозом (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Общий вид ольхового насаждения с признаками ослабления**

*P. alni* вызывает поражение нижней части ствола ольхи, некроз корней и, как следствие, отмирание кроны с уменьшением в размерах листьев и их пожелтением, побурением, преждевременным опаданием. Отмечается повышенное в сравнении со здоровыми деревьями образование шишек, внутренняя сторона коры и камбий некротизируются на высоту до 3 метров от основания ствола, на поверхности коры отмечается выделение черно-рыжих пятен экссудата (рисунок 3) [2].



**Рисунок 3 – Подтеки экссудата (слева), участок некротизированной древесины (справа)**



На предмет возможного наличия фитофтороза ольхи выборочно обследованы участки насаждений в шести лесничествах Национального парка «Браславские озера» и его охранной зоны.

Места для обследования отбирались преимущественно из числа расположенных вдоль рек, ручьев, озер, а также в периодически затопливаемых лесных массивах, частично были обследованы и суходольные ольшаники. Всего было исследовано 53 участка ольховых насаждений, классические симптомы фитофтороза выявлены в 33 случаях (62,3 %). Для дальнейшей идентификации возбудителя отбирались участки древесины с выраженными признаками некроза на границе пораженной и здоровой древесины. В период 2022–2023 гг. всего было отобрано 39 проб.

Заболевание распространяется эпидемически с проточной водой, весенними паводками, особенно велик процент заражения в последующие за увлажнением периодами засухи [4], кроме того, отмечено расселение патогена с рыбопосадочным материалом и частичками почвы [1]. Мягкие зимы, теплое, но без экстремальных температур лето может способствовать еще более быстрому распространению инвайдера в условиях глобального изменения климата.

*Melampsoridium hiratsukanum* S. Ito ex Hirats. f. – патоген, вызывающий ржавчину ольхи, выявлен на территории Беларуси сравнительно недавно, где обнаруживается на двух видах ольхи *Alnus glutinosa* и *A. incana*. Находки на территории Витебской, Минской и Брестской областей подтверждаются методом молекулярно-генетического анализа [5].

На территории Национального парка «Браславские озера» *M. hiratsukanum* встречается на ольхе серой. За период 2022–2023 гг. собрано 17 образцов листьев ольхи с наличием оранжево-желтого порошистого налета на нижней стороне листовой пластины (рисунок 4). Чаще всего патоген обнаруживается на деревьях, произрастающих на опушках, у дорог, при этом выраженного угнетения ольхи не происходит. Болезнь проявляется в некоторой хлоротичности листьев и незначительном уменьшении их размеров.

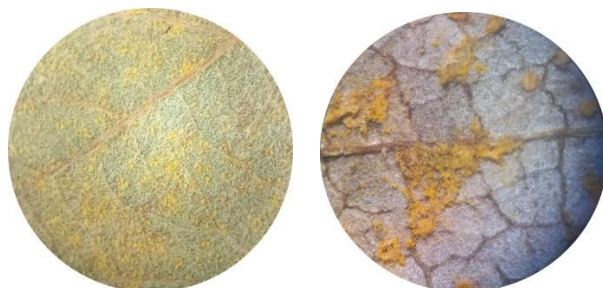


Рисунок 4 – Спороношения *Melampsoridium hiratsukanum* на листьях ольхи серой

Однако, известны случаи агрессивного поведения *M. hiratsukanum*. Так, проникнув на территорию Доломитовых Альп (2008 год), где лето характеризуется высокой влажностью и обилием дождей, патоген вызвал серьезные последствия для насаждений ольхи серой, спровоцировав преждевременное опадение листьев [3]. В связи с чем, в случае наступления подходящих для усиленного развития ржавчины погодных условий, микромицет может привести к достаточно серьезным последствиям и на территории Беларуси.

В граничащих с Беларусью странах уже выявлен ряд опасных патогенов, вызывающих болезни древесных пород. Национальный парк «Браславские озера», находясь на северо-западе Беларуси, вполне может стать вектором для проникновения чужеродных для нашей микобиоты организмов. Мониторинг инвазивных фитопатогенов на территории Национального парка «Браславские озера» позволит вовремя определить наличие инвайдеров и, соответственно, принять меры по недопущению их распространения по всей территории Беларуси.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Bjelke U. et al. Dieback of riparian alder caused by the *Phytophthora alni* complex: projected consequences for stream ecosystems // *Freshwater biology*. – 2016. – Т. 61. – №. 5. – С. 565–579.
2. Jung T. et al. Phytophthora root and collar rot of Alders caused by the invasive *Phytophthora alni*: actual distribution, pathways, and modeled potential distribution in Bavaria // *Alien Invasive Species and International Trade*. – 2007. – Т. 10. – С. 10–18.
3. Moricca S. et al. *Melampsorium hiratsukanum* reported for the first time on grey alder in Italy // *New disease reports*. – 2010. – Т. 21. – №. 17. – С. 2044-0588.2010.
4. Trzewik A., Maciorowski R., Orlikowska T. Pathogenicity of *Phytophthora alni* Isolates Obtained from Symptomatic Trees, Soil and Water against Alder // *Forests*. – 2021. – Т. 13. – №. 1. – С. 20.
5. Беломесяцева, Д. Б. Инвазивная микобиота древесных пород в Беларуси / Д. Б. Беломесяцева, В. Б. Звягинцев, Т. Г. Шабашова // *Современная микология в России : материалы 4-го Международного микологического форума / Национальная академия микологии*. – М., 2020. – Том 8, вып. 3. – С. 209–210.
6. Беломесяцева, Д. Б. Инвазивные виды дендропатогенных микромицетов в микобиоте юго-запада Беларуси / Д. Б. Беломесяцева [и др.] // *Ботаника (исследования) : сборник научных трудов*. – Минск, 2021. – Вып. 50. – С. 248–260.

В.К. Гвоздев, доц., канд. с.-х. наук;  
А.В. Козел, доц., канд. с.-х. наук;  
Г.В. Алифировец, ассист. (БГТУ, г. Минск)

## **ВЛИЯНИЕ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ НА МАКРОСТРУКТУРУ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ**

Одной из основных задач лесоводов является повышение продуктивности лесов. В связи с этим разработаны различные методы решения этой проблемы – внесение минеральных удобрений, биологическая мелиорация, комплексный уход за насаждениями и др. В лесокультурном производстве в этом направлении важное значение имеет оптимальная густота и схема посадки лесных культур. По результатам различных исследований установлено, что при улучшении питательного и светового режимов насаждения значительно увеличивают прирост по высоте и диаметру, повышается продуктивность древостоев в целом. Однако при этом в связи с ускоренным ростом может наблюдаться снижение технических качеств древесины и возможное ограничение ее применения в отдельных отраслях.

Целью наших исследований явилось изучение влияния густоты посадки лесных культур ели европейской на макроструктуру древесины. Исследования были проведены на стационарном опытном объекте, созданным в 1985 году в Негорельском учебно-опытном лесхозе в типе лесорастительных условий В<sub>2</sub>. Почва на участке дерново-подзолистая рыхлосупесчаная. Лесные культуры ели европейской создавались чистыми по составу вручную четырехлетними саженцами по сплошь обработанной почве. Густота посадки составляла 3,3; 5,0; 6,7; 15,6 тыс. шт./га с соответствующим размещением посадочных мест 3×1 м, 2×1 м, 1,5×1 м, 0,8×0,8 м [1]. На второй год после создания в междурядья лесных культур был введен многолетний люпин, активное мелиорирующее действие которого продолжалось до смыкания крон в междурядьях. На секциях с густотой посадки 3,3 тыс. шт./га этот период составил 10-12 лет, в то время как на участках с густотой 15,6 тыс. шт./га люпин выпал через 3-4 года.

В качестве основных показателей макроструктуры древесины нами определялись число годичных слоев в 1 см, средняя ширина годичного слоя, содержание поздней древесины в годичном слое. Отбор модельных деревьев и кряжей, образцов и определение вышеназванных показателей осуществлялись по общепринятым в древесиноведении методикам.

Многочисленными исследованиями установлено, что ширина годичного слоя зависит от породы, условий произрастания, климати-

ческих влияний и других факторов. По величине этого показателя можно судить об эффективности проведенных лесохозяйственных мероприятий. Установлено, что для каждой древесной породы существует свой минимум и максимум числа годичных слоев в 1 см, за пределами которых свойства древесины снижаются. Для высококачественной древесины ели европейской необходимо, чтобы этот показатель был не менее 3 и не более 20 [2].

Из элементов макростроения на свойства древесины большое влияние оказывает доленое содержание поздней древесины в годичном слое. У древесных пород с четким делением годичного слоя на раннюю и позднюю зоны плотность и прочность значительно повышаются с увеличением процента содержания поздней зоны, т.к. последняя несет в основном механическую функцию и ее прочность в 2,5-3 раза превосходит прочность ранней древесины. Это положение обосновывается особенностями микроскопического строения древесины. Ранние трахеиды выполняют водопроводящие функции от корней к хвое, имеют тонкие стенки и большие внутренние полости, крупнее по сравнению с поздними трахеидами. Поздние трахеиды выполняют механическую функцию и на поперечном разрезе выглядят как сжатые в радиальном направлении многоугольники. Их стенки в 2-4 раза толще, чем у ранних трахеид. Поэтому большая толщина стенок поздних трахеид и их малая полость обуславливают высокую плотность и прочность поздней древесины годичного слоя [2].

Анализ успешности роста лесных культур ели европейской разной густоты посадки в возрасте 35 лет показывает, что их таксационные показатели значительно различаются по вариантам опыта. Установлено, что сохранность лесных культур варьирует в широком диапазоне – от 75% в редких культурах до 20% в густых. Средний диаметр в редких культурах в 1,4 раза выше, чем в густых. Запасы стволовой древесины в 2,1 раза выше в редких культурах по сравнению с густыми. Средний объем одного ствола в редких культурах равен 186,3 дм<sup>3</sup>, а в густых всего 70,6 дм<sup>3</sup>. Такие большие различия в показателях роста деревьев по диаметру дает основание сделать предположение о том, что макроструктура древесины ели при разной густоте посадки разная.

Анализ показателей макроструктуры древесины ели показывает, что количество годичных слоев в 1 см увеличивается по мере возрастания густоты посадки и составляет от 5,6 в редких культурах до 7,4 в очень густых.

Средняя ширина годичного слоя закономерно уменьшается и колеблется от 1,9 мм в редких культурах до 1,4 мм в очень густых.

Вместе с тем содержание поздней древесины в годичном слое по вариантам густоты различается незначительно, за исключением участков редких культур, где этот показатель выше на 5–10% (таблица). Вероятно, это следует объяснить тем, что формирование годичного слоя во всех вариантах опыта происходит на протяжении длительного времени с момента создания насаждений. При этом у растений вырабатывается определенный режим формирования годичного слоя на протяжении вегетационного сезона.

**Таблица – Макроструктура древесины ели при разной густоте выращивания**

Показатель	Вариант густоты, шт./га			
	3300	5000	6700	15600
Количество годичных слоев в 1 см, шт.	5,6	6,4	7,5	7,4
Средняя ширина годичного слоя, мм	1,9	1,6	1,3	1,4
Содержание поздней древесины, %	30,03±1,31	27,06±1,26	28,53±0,49	27,14±0,80

Аналогичные результаты получены и другими исследователями. Так, Даниловым Д. А. было выявлено, что под влиянием комплексного ухода (изреживание насаждений и внесение минеральных удобрений) в ельниках происходит увеличение доли поздней древесины в приросте древесины у деревьев разных ступеней толщины за счет количественного наращивания клеток поздней древесины в годичном приросте.

Исследователем было также установлено, что при комплексном уходе повышается базисная плотность древесины и что этот показатель коррелирует с шириной годичного кольца и долей поздней древесины [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гвоздев, В. К. Лесоводственное обоснование оптимальной густоты посадочных культур ели европейской / В. К. Гвоздев, А. П. Волкович // Труды БГТУ. 2021. № 2: Лесное хоз-во. С. 66–72.
2. Уголев, Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение / Б. Н. Уголев: учебник. – М. : ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 351 с.
3. Данилов, Д. А. Закономерности структурных изменений в сосновых и еловых древостоях на объектах комплексного ухода за лесом / Д. А. Данилов // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата с.-х. наук. – Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2011. – 21 с.

С.Н. Гладких, доц., канд. техн. наук;  
Д.А. Афанасьева, студ.  
(НовГУ, г. Великий Новгород, Российская Федерация)

## **ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

Антропогенное воздействие с каждым годом ухудшает состояние природой среды. Человек, в погоне за временем, нерационально использует природные ресурсы. Так, утилизация продуктов растительного происхождения стала одной из важнейших вопросов экологии. Многочисленные, уже устаревшие, способы утилизации опавших листьев или сухостоя только наносят вред окружающей среде, особенно почве. Для России, которая является индустриально аграрной страной, влияние утилизированной растительной массы на плодородие почвы должно быть приоритетным.

Данная работа дает ответ на вопрос целесообразности использования утилизированной растительной массы (компоста) как подкормки для выращивания овощей на деградированной почве и получения качественной растительной продукции.

Актуальность работы определяется необходимостью выращивания качественной продукции. Объектом исследования является утилизированная растительная масса (компост) как подкормка и средство экологически безопасного воздействия на почву. Предметом исследования являются овощная культура - огурец посевной, который выращивается на промышленно загрязненных почвах с добавкой утилизированной растительной массы (компоста). Изучение последних исследований и работ, посвященных этой проблеме [1-5], позволило выделить неразрешенные ранее аспекты и разработать цели и задачи нашего исследования.

Цель работы – исследование влияния утилизированной растительной массы (компоста) на физиологию растений через улучшение почвы.

Задачи исследования: 1. Рассмотреть существующие гипотезы о влиянии разного содержания компоста в почве на ростовые и морфологические показатели растений. 2. Экспериментально доказать возможность получения экологически чистой продукции при выращивании на почвах, где в качестве подкормки используется утилизированная растительная масса. 3. Сравнить урожайность растений, которые выращивались на четырех участках почвы, и определить влияние утилизированной растительной массы (компост) и продуктов сжигания на рост и развитие овощной продукции.

Для достижения цели исследования использовано экспериментальное внедрение подкормки в виде утилизированной растительной массы (компост) и фиксирование морфологических изменений в течение вегетационного периода.

Для эксперимента с выращиванием овощей на промышленно загрязненной почве была выбрана почва с приусадебного участка вблизи г. Мариуполя (с. Каменское) и почва у стен меткомбината, которая при любом розе ветра в течение года подвергалась пылевым выбросам ММК им. Ильича. По данным лабораторных исследований предприятия "Азовгео", почва, на которой должен проводиться эксперимент, имеет загрязнение тяжелыми металлами, которое превышает ПДК в несколько раз и имеет повышенный уровень кислотности. Эксперимент проводился на смеси 2-х видов загрязненного грунта, который был разделен на 2 отдельные группы, потому что нашей целью было исследование влияния компоста на улучшение физико-химических и биологических показателей промышленно загрязненного грунта. Кроме того, для улучшения состава и плотности почвы добавлялся чистый речной песок. Подготовка компоста для эксперимента велась в течение 3-х лет на приусадебном участке вблизи г. Мариуполя (с. Каменское); для этого использовались остатки растительной массы после сбора урожая и растительные отходы после прополки дачного участка. Все растительные отходы отбирались для компоста без видимых признаков бактериальных и грибковых заболеваний. После того как растительная масса превратилась в компост, она была просеяна и отобрана для добавления в экспериментальные группы почвы, которые были распределены следующим образом:

К – контрольная группа – это местный, промышленно загрязненный грунт, взятый из двух мест (в пригородной зоне и в зоне вблизи меткомбината им. Ильича);

Э1 – первое экспериментальное звено – это смесь из трех видов составляющих почвы: 1/3 часть местного грунта; 1/3 часть песка и 1/3 часть компоста;

Э2 – второе экспериментальное звено – это смесь из двух видов составляющих почвы: 1/2 часть компост и 1/2 часть песка;

Э3 – третье экспериментальное звено – это 70% компоста и 30% местного грунта.

Показатели физических параметров каждого экспериментального участка были получены с помощью цифрового прибора "Анализатор почвы рН300" – это цифровой прибор для измерения 4-х важных для растений параметров – рН (кислотность почвы), влажность, температура и освещенность почвы. С помощью этого прибора были получены показатели, представленные в таблице.

**Таблица – Показатели физических параметров экспериментальных участков**

Физический параметр почвы	К	Э <sub>1</sub>	Э <sub>2</sub>	Э <sub>3</sub>
pH – кислотность почвы	6,5	6,95	7,0	7,0
В <sub>1</sub> – влажность почвы через 3 часа после полива, %	75	70	68	75
В <sub>2</sub> – влажность почвы через 12 часов после полива, %	70	68	65	70
В <sub>3</sub> – влажность почвы через 24 часа после полива, %	70	65	60	70
t° – температура почвы, °С	22	22	22	22
Освещенность почвы, лк	3,8	3,8	3,8	3,8

По результатам измерений физических параметров почвы все экспериментальные участки оказались пригодными для выращивания огурца посевного, но лучшие параметры имели участки Э<sub>2</sub> и Э<sub>3</sub>.

В качестве тест-объекта было выбрано культурное растение огурец обыкновенный. Семена огурца посевного были замочены для проращивания и высажены в каждый экспериментальный участок в одно и то же время. В течение 5 месяцев велись наблюдения за ходом фаз вегетационного периода растений на всех участках и полученные результаты записывались в виде таблиц для дальнейшего анализа. Лучшие результаты были у растений участков Э<sub>2</sub> и Э<sub>3</sub>, а худшие - у растений контрольной группы. Для доказательства влияния компоста на улучшение питательных свойств промышленно загрязненных почв применялись методы математической статистики, а именно: рассчитывалось среднестатистическое отклонение по одному параметру - количество плодов на одном растении с определенного участка.

**Закключение.** Результаты исследовательского эксперимента по использованию компоста как фактора улучшения плодородия для получения качественного урожая культурных растений на деградированной почве в сочетании с песком, как разрыхлителя, подтвердили нашу гипотезу, что утилизированная растительная масса (компост), как продукт повышения плодородия почвы для промышленно загрязненных почв, имеет положительное влияние на выращивание овощной продукции.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Григулецкий В. Г., Ширяев О. В., Ивакин Р. А. Оценка эффективности применения фосфогипса в земледелии // Экологический вестник Северного Кавказа. 2021. Т. 17. № 4. С. 20–28.
2. Семинченко Е. В. Воспроизводство почвенного плодородия – биологизированные севообороты и органические удобрения // Экологический вестник Северного Кавказа. 2019. Т. 15. № 2. С. 10–13.
3. Антоненко Д. А., Никифорова Ю. Ю., Мельник О. А. Оценка



воздействия компоста на экологические свойства чернозема выщелоченного при переходе на органическое земледелие // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: естественные и технические науки. 2021. № 8. С. 7–12. DOI 10.37882/2223-2966.2021.08.02.

4. Ковалев И. В., Ковалева Н. О. Экологические функции почв и вызовы современности // Экологический вестник Северного Кавказа. 2020. Т. 16. № 2. С. 4–16.

5. Монгуш С. П. Загрязнение окружающей среды (на примере отходов производства и потребления) // Экологический вестник Северного Кавказа. 2019. Т. 15. № 3. С. 31–36

УДК 630

В.А. Голышев, асп.;  
С.В. Коптев, зав. кафедрой, д-р с.-х. наук  
(САФУ, г. Архангельск, Российская Федерация)

## **ФОРМА СТВОЛОВ БЕРЕЗЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ПОЛОСЕ БЕЛОГО МОРЯ**

Леса, произрастающие в прибрежной полосе Белого моря, испытывают постоянные ветровые нагрузки. В последние годы в связи с изменением климата сила и продолжительность ветров имеет тенденцию к увеличению [1, 2, 3, 4]. В связи с этим рост и формирование насаждений прибрежной полосы имеют значительные отличия от условий континентального климата. Ветровые нагрузки приводят к значительным искривлениям и деформациям древесных стволов, задержке роста в высоту. Напочвенный покров и почвы в данных условиях значительно беднее, чем в типичных насаждениях, расположенных в глубине континента. В рассматриваемом аспекте вопросы формирования насаждений, роста, дифференциации деревьев в условиях ветровых нагрузок приобретают особую актуальность.

Форма древесных стволов в насаждениях зависит от множества факторов. В данном исследовании рассматриваются особенности формирования кривизны стволов березовых насаждений, которые характеризуются наибольшей реакцией на ветровые нагрузки. В связи с особенностями строения насаждений и формы древесных стволов лесоводственно-таксационная оценка не может быть проведена с использованием действующих региональных нормативов [5].

Исследования проведены в насаждениях с преобладанием березы на побережье Белого моря в районе п. Ненокса Архангельской об-

ласти на стационарных пробных площадях, заложенных на прибрежном склоне на разных высотах и на удалении от берега.

Установлено, что насаждения прибрежной полосы и насаждения, расположенные на достаточном удалении от берега моря существенно, отличаются по форме стволов, их кривизне. Определены закономерности степени искривления стволов. Для Белого моря характерна сезонная изменчивость господствующих ветров. В Двинском и Онежском заливах Белого моря с сентября по март преобладают ветры северного и северо-восточного направлений. Средняя скорость ветра изменяется в пределах 5-11 м/с. Ветры со скоростью более 15 м/с повторяются 1-5 раз в месяц при максимальной скорости в заливах до 26-38 м/с [6]. Постоянные ветровые нагрузки, характерные для прибрежной полосы Белого моря, могут оказывать существенное влияние на рост и формирование насаждений [7]. Березовые насаждения, произрастающие в прибрежных полосах, наиболее сильно реагируют на влияние ветра, формируя при этом отдельные древесные стволы со значительными искривлениями (рисунок 1).

Исследования были проведены в насаждениях с наличием или преобладанием березы извилистой, где было заложено 10 пробных площадей с замерами диаметров и высот всех деревьев березы и пересчетом деревьев остальных пород. Пробные площади были заложены с учетом ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные». Замер диаметров деревьев выполняли в двух взаимно перпендикулярных направлениях (С-Ю и З-В) на высоте (или длине) 1,3 м от шейки корня с точностью до 0,1 см.

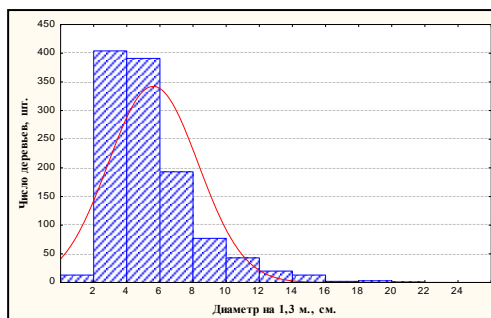


**Рисунок 1 – Стволы березы с различной степенью искривления**

Для каждого дерева устанавливался коэффициент искривления – соотношение высоты дерева и длины ствола, а также положение таксационного диаметра по длине ствола. Выборочные совокупности проверены на нормальность распределения. Показатели асимметрии выборок изменяются в пределах от 1,39 до 1,86, эксцесса – от 1,48 до +3,86. Уровень надежности находится в пределах 0,48-0,87. Для проверки достоверности различий между выборками использовали критерий Стьюдента для 5% уровня значимости.

Исследуемые насаждения образуются двумя типами наземных и эпифитных древесных растений: одноствольные деревья с высоким стволом и кустовидные деревья (субальпийского и субарктического типа). Первый тип представляет собой типичное одноствольное дерево и более характерен для березы пушистой (*Betula pubescens*). Второй тип представляет собой переходную форму от типичных деревьев к кустарникам и отличается большим долголетием скелетных осей и меньшим их количеством. Данная форма характерна для березы извилистой (*Betula tortuosa* Ldb.). Возраст деревьев березы на пробных площадях колеблется в пределах от 30 до 74 лет при диаметрах 8-9 см.

Распределение числа деревьев березы по таксационному диаметру (рисунок 2) имеет выраженную левостороннюю асимметрию, величина которой составляет  $0,52 \pm 0,2$ , коэффициент изменчивости 42%. Характер кривой распределения показывает, что насаждение находится в стадии формирования.

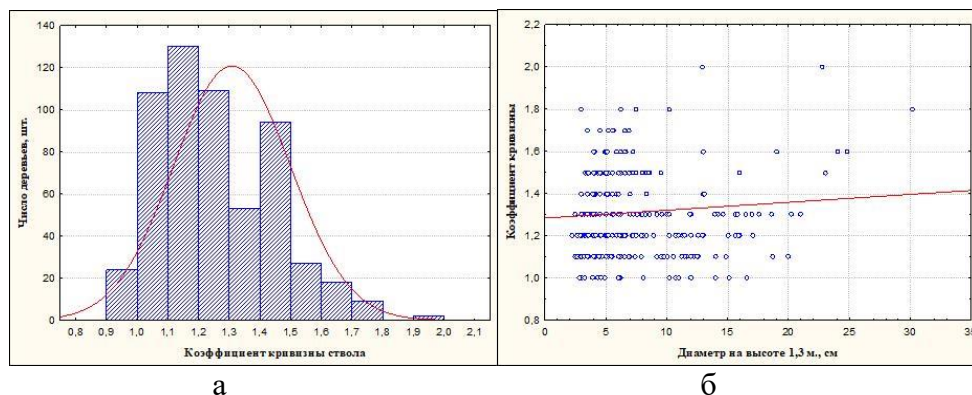


**Рисунок 2 – Распределение числа деревьев березы по таксационному диаметру**

По размерным характеристикам (таксационный диаметр менее 6,0 см.) преобладают деревья, относящиеся к подросту (68,6%). Средний диаметр деревьев составил  $5,6 \pm 0,1$  см. Стандартное отклонение  $\pm 2,7$ , коэффициент изменчивости 49%. Доля деревьев старого поколения составляет 1,6% от общего количества. Их средний таксационный диаметр составил  $21,9 \pm 1,1$  см. Стандартное отклонение  $\pm 4,3$ , коэффициент изменчивости 20%. Распределение деревьев по диаметру полимодальное с преобладанием ступеней 16-18 см. и 22-24 см.

При исследовании насаждений на разном удалении от моря установлено, что только часть деревьев реагирует на ветровые нагрузки критическим изменением формы ствола (коэффициент кривизны выше 1,5, т.е. высота ствола меньше его длины в 1,5 раза). Часть деревьев (80%) остается с условно прямоствольной формой (коэффициент кривизны изменяется в пределах от 1,0 до 1,2) или прямоствольные на 80% протяженности ствола, но с наклоном ствола 30-40 градусов по направлению преобладающих ветров. При этом значительные искривления формы ствола имеют очаговый характер и распространение

этих очагов не имеет высокой корреляции с расстоянием до береговой черты. Средняя величина коэффициента искривления составила  $1,34 \pm 0,01$ , срединное значение – 1,3, модальное – 1,5 (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Распределение числа деревьев по коэффициентам кривизны ствола (А) и их связь с таксационным диаметром (Б)**

Как показали исследования, степень искривления стволов березы не имеет выраженной зависимости от таксационного диаметра.

*Публикация подготовлена по результатам НИР, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства «Создание и восстановление на сухопутной территории Арктики Российской Федерации многофакторных стационарных (постоянных) опытных лесных объектов» (регистрационный номер темы: 123022800118-4).*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Громцев А.Н., Карпин В.А., Петров Н.В., Туюнён А.В. Прибрежные леса Белого моря: природные особенности, современное состояние, оптимизация использования. Современные проблемы притундровых лесов. Материалы всероссийской конференции. Архангельск 2012 г., с. 142-146.
2. Ипатов Л.Ф., Косарев В.П., Проурзин Л.И., Торхов С.В. Леса Соловецкого архипелага. Архангельск, 2009 г., 244 с.
3. Костина В.А., Исаева Л.Г. Современное состояние притундровых березняков запада Мурманской области. // Современные проблемы притундровых лесов. Материалы всероссийской конференции. Архангельск 2012 г., с. 152-158.
4. Нагимов З.Я., Моисеев П.А., Бартыш А.А., Разманов И.В., Григорьев А.А. Структура и фитомасса березовых древостоев на верхней границе леса в условия Северного Урала. / Лесной Вестник № 3, 2008 с. 61-67.
5. Сортиментные и товарные таблицы березы и осины

Европейского Севера / под редакцией Чупрова Н.П. и Войнова Г.С. Архангельск 1977 г., 72 с.

6. Российский морской регистр судоходства. Справочные данные по режиму ветра и волнения Берингова и Белого морей / Электронный аналог печатного издания, утв. 07.12.2010, нд № 2-029901-009. С.-Петербург, 2010.

7. Торхов В.А. Форма стволов березы в прибрежной полосе Большого Соловецкого острова / В.А. Торхов, С.В. Третьяков, С.В. Торхов – Сб. Материалов II Всероссийской научной конференции 8-11 декабря 2008 г. «Проблемы мониторинга природной среды Соловецкого Архипелага», ИЭПС, Архангельск, 2008. – С. 70-72.

УДК 634.737:632.935.7

Д.В. Гордей, ст. преп. канд. биол. наук  
(БГТУ, г. Минск)

### **ПУГАЛО ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОСАДОК ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) ОТ ПТИЦ И ЗВЕРЕЙ**

Из не летальных способов защиты самыми гуманными по отношению к животным являются не раздражающие или отпугивающие. Путем создания внешней иллюзии опасности они пробуждают у птиц и зверей непреодолимый инстинкт самосохранения, побуждающий их самостоятельно исключить посадки из мест своего возможного обитания. Чтобы вселить страх в животных применяют разнообразные статические и динамические предметы и устройства.

Проверенное временем пугало – прямое олицетворение образа человека – можно изготовить из различных подручных материалов. Для самого простого варианта понадобится остов из сбитых крестом палок, мешок или лоскут из грубой ткани для водружения на опору в качестве туловища и что-либо шарообразное для формирования подобия головы. При более серьезном подходе к деталям можно рассчитывать на существенное повышение эффективности защиты. Для того, чтобы в образе пугала четко угадывался облик конкретного садовода-любителя или работника плантации подбирают аналогичные или схожие с этими людьми элементы наряда: обувь, рубашку, желательнее с длинными рукавами, брюки или юбку, перчатки и головной убор. Единая форма одежды у сотрудников промышленного насаждения существенно затруднит выявление рукотворного охранника животными. Голубиководы, сталкивающиеся с дефицитом вещей в гарде-

робе, могут периодически, во время отдыха, одевать пугало в отдельные предметы своего рабочего наряда.

Согласно классической технологии изготовления в одежде зашивают отверстия для конечностей и горловину, а образовавшиеся полости набивают соломой, сеном, опилками или ветошью. Современный подход предполагает, что в наряд пугала облачают подходящий по величине манекен. Композицию, как правило, дополняют инвентарем (лопата, грабли, вилы), предметами обихода (стул, ведро) или бутафорским оружием (пистолет, ружье, лук, арбалет), что добавляет правдоподобности и усиливает беспокойство животных. Сдерживающим фактором для млекопитающих животных может стать естественный для природной среды запах духов источаемый одеждой.

Радиус эффективного действия пугала не превышает 30–50 м. По этой причине его следует размещать на открытых и хорошо просматриваемых местах, а также периодически перемещать по площади участка, чередуя естественные позы и время от времени меняя реквизит.

УДК 634.737:631.544.7

Д.В. Гордей, ст. преп., канд. биол. наук  
(БГТУ, г. Минск)

### **УКРЫТИЕ СЕТКОЙ ПОСАДОК ГОЛУБИКИ ВЫСОКОРОСЛОЙ (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) ОТ ПТИЦ**

Когда другие способы защиты от птиц становятся малоэффективными остается только полностью укрыть посадки сеткой. Опору для ее установки изготавливают из деревянных, железобетонных или металлических столбов. Высоту конструктивных элементов подбирают с таким расчетом, чтобы сетка располагалась выше кустов как минимум на 30–50 см. В идеале высота защитного сооружения не должна ограничивать перемещение сборщиков ягод, а также стеснять их движения во время работы. Сетка, расположенная непосредственно на кустах, не гарантирует абсолютной защиты от птиц, а приведет к потере воскового налета ягод, механическому повреждению плодов, листьев и побегов. Колонны вкапывают точно вдоль по линии посадки кустов через 5–7 м друг от друга. В случае широких междурядий столбы размещают в каждом ряду, а при узких междурядьях – через один ряд.

Параллельные линии каната из толстой бечевки или металлической проволоки фиксируют в натянутом положении на вершинах соседних мачт по ходу рядов посадок, а также в перпендикулярном им

направлении. Сетку расстилают поверх каркаса, а вдоль по периметру площади посадок ее опускают в отвесном положении вплоть до основания поверхности земли. Внизу плоскую стену из сетки крепят к канату на уровне оснований столбов. Общее полотно укрытия аккуратно и прочно сшивают из отдельных элементов определенной длины и ширины.

Устанавливают укрытие за несколько дней до начала окрашивания ягод, а снимают сразу после окончания заготовки урожая. Сетку убирают полностью или сматывают в небольшие рулоны и закрепляют на канатах. Столбы с тросами, как правило, оставляют на своих местах.

При выборе сетки следует обратить внимание на материал, из которого она изготовлена, структуру, толщину и цвет нитей, способ их соединения, размер и форму ячейки, длину и ширину полотна, а также на наличие защитного покрытия от ультрафиолетового излучения.

Полипропиленовая монофильная нить зеленой или реже прозрачно-белой окраски выступает основной для изготовления подавляющего большинства защитных сеток. К преимуществам редких изделий из волокон нейлона следует отнести их меньшую восприимчивость к факторам внешней среды, высокую прочность и эластичность, низкую растяжимость, устойчивость к стиранию. Путем точечной спайки или сплетения нитей получают ячейки квадратной, прямоугольной, ромбовидной и шестигранной формы.

Ассортимент защитных сеток от птиц включает варианты товара с шириной окна 6, 15, 19, 20, 25, 30 и 35 мм. Более высокими протекционными свойствами в отношении местной орнитофауны обладают варианты до 25 мм включительно. При бережном отношении сетка сохраняет свою долговечность в течение 3–10 сезонов.

Данный способ защиты по праву можно считать одним из самых дорогостоящих и трудоемких. Помимо этого, использование сетки полностью исключает возможность проведения механизированной заготовки ягод комбайном. Не стоит ориентироваться на данный вариант защиты хозяйствам, предоставляющим возможность самостоятельной заготовки ягодной продукции посетителям, так как в ограниченном укрывном материале пространстве у людей быстро развивается ощущение дискомфорта. Наиболее целесообразно применение сетки на участках небольшой площади от 1 до 3 га.

С.Г. Давыдова, доц., канд. геогр. наук;  
(НовГУ им. Ярослава Мудрого; Новгородский филиал РАНХиГС,  
г. Великий Новгород, Российская Федерация)

## **ОСОБЕННОСТИ ВИДОВОГО СОСТАВА ЛЕСНОГО ФОНДА НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

На карте растительности Новгородской области видно, что значительные площади занимают леса на 01 января 2023 года – 64,4 % территории. Общая площадь земель лесного фонда, находящихся в ведении министерства природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Новгородской области, составляет 3922,0 тыс.га. Покрытые лесом земли занимают 3367,3 тыс. га, общий запас насаждений – 562,98 млн. куб. м.

Леса являются тем компонентом окружающей среды, который оказывает воздействие на многие составляющие. Это и состав атмосферы, водный режим рек, защита от эрозии почвы, местообитание различных представителей животного мира. Лесные ресурсы используются населением в рекреационных целях и являются ценным ресурсом для лесной промышленности [2].

В настоящее время потенциальный объем рубок в спелых древостоях составляет 8,0 млн. куб. м в год. Освоение расчетной лесосеки составляет 23,9 % от реально возможного объема.

Основными лесообразующими породами являются ель европейская, сосна обыкновенная; из широколиственных - дуб летний, клен, липа, ясень, вяз, реже ильм. Повсеместно встречаются мелколиственные: береза бородавчатая и пушистая, осина, рябина, ольха, ивовые (ветла, ракета, бредина). Хвойные леса в области занимают 50% площади. Наиболее типичными для Новгородской области являются еловые леса. Они произрастают на Валдайской возвышенности и в Приильменской низменности. Чистые еловые леса занимают ограниченную площадь. Они растут небольшими массивами на дренированных участках озерно-ледниковых, моренных и холмисто-моренных глинистых и суглинистых равнин. Чаще всего в первом ярусе к ели примешиваются береза, осина, сосна. Еловый лес – влажный, тенистый, поэтому под пологом ели могут существовать только теневыносливые виды. На почве растут зеленые мхи, среди которых – травы и кустарники. По характеру кустарничкового покрова еловые зеленомошные леса подразделяются на ельники-кисличники, ельники-черничники и ельники-брусничники.

Первые распространены преимущественно на Валдайской возвышенности и в восточном Приильменье. Они занимают наиболее бо-



гатые почвы на верхних склонах моренных холмов либо на хорошо дренированных равнинных участках. Под пологом ели встречается клен, липа, рябина, лещина, В травяном и кустарниковом ярусе можно встретить чернику, майник и широколиственные элементы, такие как копытень и медуница.

Ельники-черничники встречаются повсеместно. Они занимают менее дренированные участки на более бедных почвах. Ельники-брусничники произрастают на сухих почвах моренных холмов, камов, озовых гряд и хорошо дренированных равнин. Такие леса встречаются редко. На почвах разной стадии заболачивания произрастают ельники-долгомошники с покровом из кукушкина льна и долгомошно-сфагновые. В последних ель тонкоствольная, низкорослая, находится в угнетенном состоянии. На фоне влажного сфагнового мха выделяются багульник, пушица, морошка и некоторые осоки.

В южных районах области на богатых почвах среди освоенных земель островками встречаются ельники сложные. Наряду с елью, господствующей в первом ярусе, здесь есть широколиственные породы деревьев во втором ярусе – дуб черешчатый, клен остролистный, ильм гладкий, липа, вяз и др. Под пологом таких лесов развиваются кустарники: лещина, крушина ломкая, калина, жимолость и другие, а в травяном покрове - копытень, ландыш, пролеска, звездчатка, ветреница и др.

Ельники разных типов отличаются друг от друга не только особенностями растительного покрова, но и характером древостоя: высотой, диаметром ствола, бонитетом, запасом древесины.

Бонитет – это балл оценки лесных ресурсов. Он определяется по соотношению между высотой деревьев и их возрастом. Всего выделяется семь классов бонитета: I, Ia, II, III, IV, V, Va. Наилучшие условия для своего роста имеют леса первого класса, леса неблагоприятных местообитаний – V и Va. Из вышеперечисленных типов леса ельники сложные, кисличники и черничники имеют наибольший запас древесины и относятся к более высоким классам бонитета.

Смешанные елово-дубовые, дубовые и другие широколиственные леса произрастают как в поймах, так и на водоразделах. Они расположены на хорошо дренированных участках с плодородными дерново-слабоподзолистыми и дерново-карбонатными почвами. Широколиственные леса с господством ильма и вяза занимают - 132 тыс. га, дуба - 3,8 тыс. га, липы – всего 53 га. В прошлом, участки с преобладанием широколиственных пород занимали гораздо большие площади, об этом свидетельствуют исторические документы и географические названия. В настоящее время сохранились участки в пойме Вол-

хова, Приильменье и на Валдайской возвышенности. Особенно широко распространены пойменные дубравы, так как дуб хорошо переносит затопление паводковыми водами. Сейчас сохранились остатки этих лесов. Особый интерес представляют старые дубовые рощи в урочище "Бакланиха" и около поселка Красный Фарфорист в Большой пойме реки Волхов. В пойме озера Ильмень дубравы распространены в дельте реки Ловать и по восточному берегу. Обычно в таких лесах к дубу примешиваются береза и ольха. Подлесок представлен крушиной, калиной, ивами. В травяном покрове преобладает богатое разнообразие – вероника, чина луговая и др.

Многие исследователи отмечают, что водораздельные леса с господством дуба встречаются на безвалунных глинах и тяжелых суглинках, что подтверждается полевыми исследованиями З.Е. Антоновой, в Новгородском, Старорусском, Чудовском и Боровичском районах. В древостое этих лесов - дуб, клен, ильм, вяз, липа. В подлеске - лещина, волчье лыко, жимолость, крушина ломкая, липа, шиповник, калина. В травяном покрове - копытень, зеленчук, пролеска, тайник, сочевичник, медуница, звездчатка дубравная, сныть и др. Хорошо сохранившейся является дубрава с ясенем и березой на "Красной горе" в Валдайском районе недалеко от села Новотроицы. В дубраве представлен весь травяной покров наших северных дубрав. Дубовый лес с липой и осинкой около поселка Вельгия является памятником природы так же, как и дубравы Новгородского района около деревень Савино, Мшага, Волянь и Чудовского района. Здесь к дубу примешиваются осина, ель, береза, все они относятся к ООПТ [1].

Сосновые леса встречаются на озерно-ледниковых песчаных отложениях в Боровичском и Парфинском районах и в низовьях реки Мсты, а также на зандровых равнинах в Хвойнинском и Пестовском районах. Сосна, в отличие от ели, нетребовательное дерево: она растет как на сухих, так и на переувлажненных местах, в условиях как богатого, так и бедного минерального питания. Сосна светолюбива, крона пропускает много света, поэтому в лесах встречается можжевельник, вереск, кошачья лапка, брусника, толокнянка и др.

Сосняки лишайниковые (беломошники), как правило, - светлые леса паркового типа. Кустарничковый покров разрежен (черника, брусника, вереск), сплошной покров из кустистого лишайника - оленьего мха. Такой лес растет на бедных песчаных почвах. Ель в подобных условиях не может расти, поэтому ельники-беломошники отсутствуют. Такие леса встречаются в Усть-Волмском заказнике и на береговой террасе реки Мсты. После пожаров и вырубок лишайниковый

покров нарушается, развивается вереск и возникает другой тип соснового леса – бор вересковый.

Широко распространены в области сосняки-зеленомошники (кисличники, брусничники, черничники), но в чистом виде они встречаются редко. Как правило, к ним примешиваются ель и береза. В подлеске у них развивается можжевельник, волчье лыко, крушина, рябина и почти всегда есть еловый подрост. В травяно-кустарничковом покрове, кроме господствующего вида, всегда присутствуют черника, брусника, седмичник, майник, папоротники. Поверхность почвы покрыта зелеными и блестящими мхами. Эти сосновые леса растут на богатых почвах. Со временем, в процессе естественного формирования, рост сосны замедляется и ель выходит в первый ярус. Сосновые леса превращаются в сосново-еловые или елово-сосновые, которые и преобладают на территории области.

Слабодренированные равнины и понижения холмисто-котловинного камового и моренного рельефа заняты заболоченными и заболачивающимися сосняками-долгомошниками и сфагновыми. В сосняках-долгомошниках встречаются: голубика, черника, брусника, осоки, гравилат. Сосняки сфагновые развиваются на кочковатой поверхности мохового болота. Редко, но встречаются на юге области сосняки сложные с липой, дубом, лещиной. Например, на берегах озера Пирос встречаются сосняки-кисличники с широколиственными породами деревьев.

Мелколиственные леса и кустарники (березняки, осинники, сероольшаники) встречаются повсеместно. Особенно хорошо представлены они в Чудовском, Новгородском, Солецком, Старорусском и Поддорском районах. Леса эти образовались на месте вырубленных еловых и елово-дубовых насаждений. Затем они могут сменяться ельниками или сосняками, поэтому их называют временными или вторичными.

Под пологом мелколиственного леса обычно развивается еловый подрост. В дальнейшем ель вытесняет мелколиственные породы. Однако использование лесов под пастбища, бессистемные рубки приводят к длительному существованию мелколиственных насаждений. Кроме того, площадь мелколиственных лесов, особенно сероольшаников и кустарников, постоянно увеличивается за счет зарастания сельскохозяйственных угодий (пастбищ, пашен, сенокосов).

В результате естественных процессов и под влиянием хозяйственной деятельности происходят изменения породного состава лесных насаждений, типов леса.

Анализ возрастной структуры лесов Новгородской области показывает, что в общей доле спелых и перестойных насаждений на лиственные породы приходится 76,0 %. Это объясняется слабой интенсивностью использования лиственных насаждений, что ведет к ухудшению санитарного состояния лесов области и снижению их устойчивости.

Для устойчивого развития лесного сектора экономики Новгородской принята и реализуется государственная программа «Развитие лесного хозяйства Новгородской области на 2023-2027 годы», что безусловно будет способствовать более эффективному использованию лесного фонда области [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев Ю.Н., Антонова З.Е., Давыдова С.Г. и др. География и геология Новгородской области. Великий Новгород. 2002. – 308 с.
2. Давыдова С.Г. Использование лесных ресурсов Новгородской области / Псковский регионологический журнал. 2009. № 8. С. 23-30
3. Постановление Правительства Новгородской области от 05.04.2023 № 143 «О государственной программе Новгородской области «Развитие лесного хозяйства Новгородской области на 2023-2027 годы». URL: <https://ipbd.ru/doc/5300202304050002/> (дата обращения 05.01.2024 г.)

УДК 579.22:582.28

Е.И. Дегтярёва, доц., канд. биол. наук  
(УО «ГомГМУ», г. Гомель);

С.А. Коваленко, зав. сектором, канд. с.-х. наук  
(Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель);

Т.А. Петровская, доц., канд. мед. наук;

О.В. Зинкевич, ассист.; А.В. Дегтярёва, студ.  
(УО «ГомГМУ», г. Гомель)

#### **БАКТЕРИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА *GANODERMA LINGZHI***

Экстракты из различных видов грибов, прежде всего макромицетов, в настоящее время широко изучаются с целью наличия у них различных видов биологической активности. Большое количество высших грибов используется на данный момент времени не только с пищевой, но и с медицинской целью. Грибы рода *Ganoderma* spp. применяют для получения функциональных препаратов с антиоксидантными, радиопротекторными, противоопухолевыми и другими свойствами [1].

Название *G. lucidum* ошибочно применяется к морфологически схожим коллекциям *Ganoderma* с лаккатными видами из многих стран мира, включая гриб линчжи *G. lingzhi* в Восточной Азии. Молекулярные исследования, проведенные в последнее годы, показали, что выращиваемый в промышленных масштабах вид *G. lingzhi* в Восточной Азии отличается от близкородственного вида *G. lucidum*.

Изоляты *G. lingzhi*, используемые в медицинских, химических, геномных исследованиях, а также коммерчески культивируемые штаммы до сих пор называют *G. lucidum*, однако около 20 лет назад было показано, что образцы под названием *G. lucidum* из Европы и Восточной Азии в большинстве своем не являются конспецифическими. Исследования, проведенные с помощью ДНК-анализа показали, что 93% медицинских препаратов и половина изученных грибных субстанций, реализуемых как *G. lucidum*, содержали в действительности *G. lingzhi* [2].

Целью настоящей работы являлось изучение бактерицидных свойств спиртовых экстрактов штаммов *G. lingzhi*, полученных из плодовых тел.

Исследования по получению плодовых тел *G. lingzhi* проведены в лабораторных условиях сектора пищевых и лекарственных ресурсов леса Государственного научного учреждения «Институт леса Национальной академии наук Беларуси». Антибактериальные свойства спиртовых экстрактов из базидиом *G. lingzhi* изучены в лабораторных условиях кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии УО «Гомельский государственный медицинский университет». Объектами лабораторных исследований стали культуры редкого вида ксилотрофных базидиомицетов из коллекции штаммов грибов ГНУ «Институт леса НАН Беларуси» (FIB) – *G. lingzhi* S.H. Wu, Y. Cao & Y.C. Dai (штаммы 244, 266, 303, 304, 331, 333, 357, 362). Молекулярно-генетическая идентификация проведена в лаборатории геномных исследований и биоинформатики Института леса.

Для получения вторичных метаболитов из сухих плодовых тел базидиальных ксилотрофных грибов проводили экстракцию 96% этиловым спиртом. Минимальные подавляющие концентрации (МПК) экстрактов определяли методом микроразведений в стерильных полистироловых круглодонных 96-луночных планшетах (Starsedt, Германия). На одном планшете в рядах А-Г определялась минимальная подавляющая концентрация одновременно для 8 штаммов микроорганизмов.

Для тестирования были использованы суточные культуры 6 клинических изолятов *Staphylococcus aureus*: БС-1, БС-9, БС-12,

BC-19; *Enterococcus faecalis* 35758, *E. faecium* 33 VAN-R. В панель микроорганизмов для тестирования включены эталонные штаммы из Американской коллекции типовых культур (ATCC) *S. aureus* ATCC 29213, *E. faecalis* ATCC 51299. Планшеты инкубировали в термостате 48 ч при 35°C. Учет МПК проводили по отсутствию видимого роста микроорганизмов, сравнивая опытные и контрольные лунки, а также лунки с инокулированной питательной средой в камере для визуального считывания (зеркало + увеличитель) Thermo V4007 [3].

Для изучения бактерицидных свойств экстрактов из плодовых тел ксилотрофных грибов 10 мкл содержимого из каждой лунки планшета после инкубации (A1-A12) переносили на сектор плотной питательной среды, поместив под чашку Петри шаблон для нанесения [4]. В ходе проведенного экспериментального исследования были изучены антибактериальные свойства спиртовых экстрактов из сухих плодовых тел штаммов *G. lingzhi*.

Использование этилового спирта в качестве экстрагента сухой биомассы плодовых тел *G. lingzhi* позволяет получить большое количество вторичных метаболитов (от 0,08 до 1,11 г). Вторичные метаболиты ксилотрофных грибов представлены пептаиболами, терпенами, поликетидами и другими соединениями. Пептаиболы обладают антибиотической активностью в отношении патогенных грибов и бактерий [4]. Значения МПК спиртовых экстрактов плодовых тел *G. lingzhi* представлены в таблице.

**Таблица – Минимальные концентрации грибных спиртовых экстрактов, подавляющие рост тест-микроорганизмов (мкг/мл)**

Тест-микро-организмы	Штаммы <i>G. lingzhi</i>							
	244	266	303	304	331	333	357	362
<i>S. aureus</i> ATCC 29213	625*	2500	625*	625	2500	2500	2500	5000
<i>E. faecalis</i> ATCC 51299	2500	625*	625	625	625*	625*	5000	2500
<i>E. faecium</i> 33 VAN-R	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	5000
<i>E. faecalis</i> 35758	2500	2500	625	310	5000	5000	1250*	5000
<i>S. aureus</i> BC-1	5000	625	2500	2500	2500	5000	5000	5000
<i>S. aureus</i> BC-9	5000	5000*	2500	625*	2500*	2500	2500	5000
<i>S. aureus</i> BC-12	5000	5000	2500	2500	5000	2500	2500	5000
<i>S. aureus</i> BC-19	5000	5000	5000	5000	5000	2500*	5000	5000

Примечание: \* – данная концентрация грибного экстракта оказывает на тест-микроорганизмы бактериостатическое действие.

В ходе культивирования на блоках с дубовой стружкой, обогащенных ржаными отрубями различных штаммов *G. lingzhi*, наименьшую продуктивность показали FIB-357 и FIB-362 [1].

Результаты, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что спиртовые экстракты из базидиом этих штаммов *G. lingzhi* обладают слабыми бактерицидными свойствами по отношению к тест-микрорганизм. Все остальные обладают бактерицидным действием в отношении АТСС-штаммов стафилококка и энтерококка, а также *E. faecium* 33 ванкомицин резистентного.

Значения МПК для АТСС-штаммов стафилококка и энтерококка в зависимости от штамма *G. lingzhi* варьируют от 625 до 2500, однако для *E. faecium* 33 VAN-R значение МПК не зависит от штамма ксилотрофного гриба и составляет 2500. Надо отметить, что грибные экстракты из плодовых тел различных штаммов имеют различную эффективность в отношении *S. aureus* БС-1, 9, 12, 19, лучше всего себя показал FIB-304. Спиртовые экстракты исследуемых штаммов грибов не обладают бактерицидными свойствами в отношении *S. aureus* БС-19. Если сравнить бактерицидные свойства спиртовых экстрактов штаммов *G. lingzhi*, то штамм 244 лучше всего себя показал в отношении *S. aureus* АТСС 29213 (МПК-625\*), штамм 266 – *S. aureus* БС-1, *E. faecalis* АТСС 51299 (МПК-625, МПК-625\*), штамм 303 – *E. faecalis* АТСС 51299, *S. aureus* АТСС 29213 (МПК-625, МПК-625\*), штамм 304 – *E. faecalis* 35758, *S. aureus* АТСС 29213, *E. faecalis* АТСС 51299, *S. aureus* БС-9 (МПК-310, МПК-625, МПК-625, МПК-625\*), штамм 331 – *E. faecalis* АТСС 51299 (МПК-625\*), штамм 333 – *E. faecalis* АТСС 51299 (МПК-625\*).

Необходимо заметить, что лучше оценивать результат антимицробной активности грибных экстрактов на вторые сутки инкубации планшетов в термостате, т. к. на первые сутки результат не очень точный. Для определения МПК экстракта необходимо протестировать содержимое каждой лунки планшета, используя модифицированный метод тестирования бактерицидности экстрактов.

Таким образом установлено, что спиртовые экстракты из плодовых тел *G. lingzhi*, культивированных на дубовых субстратных блоках обладают антимицробными свойствами в отношении *E. faecium* 33 VAN-R, *S. aureus* АТСС 29213, *E. faecalis* АТСС 51299. Спиртовые экстракты этих грибов не обладают бактерицидными свойствами в отношении *S. aureus* БС-19. В ходе экспериментальных исследований по изучению бактерицидных свойств базидиальных грибов *G. lingzhi* из коллекции штаммов грибов Института леса НАН Беларуси в отно-

шении грамположительных микроорганизмов, был отобран наиболее перспективный штамм – FIB-304.

Ввиду большой распространенности гнойно-септических инфекций, можно рассматривать *G. lingzhi* в качестве альтернативного противомикробного препарата для местной терапии стафилококковых и энтерококковых инфекций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко С.А., Назарова О.М., Лубянова В.М. Штаммовое разнообразие *Ganoderma lingzhi* и *G. lucidum* в коллекционном фонде Института леса НАН Беларуси // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. ИЛ НАН Беларуси. Вып. 82. Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2022. С. 215–227.

2. Loyd A.L., Barnes C.W., Held B.W., Schink M.J., Smith M.E., Smith J.A., Blanchette R.A. Elucidating "lucidum": Distinguishing the diverse laccate *Ganoderma* species of the United States // PLOS ONE. 2018. Vol. 13 (№ 7): e0199738.

3. Дегтярёва Е.И., Коваленко С.А. Антимикробные и фунгицидные свойства ксилотрофных базидиомицетов, культивируемых на растительных субстратах с добавлением микроудобрений // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2021. Т. 17, № 2. С. 28–37.

4. Дегтярёва Е.И., Петровская Т.А., Зинкевич О.В., Дегтярёва А.В. Антимикробные свойства спиртовых экстрактов, полученных из плодовых тел *Ganoderma lingzhi* // Актуальные проблемы медицины: сб. науч. ст. Респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Гомель, 10 нояб. 2023 г.: в 3 т. Гомел. гос. мед. ун-т; редкол.: И. О. Стома [и др.]. Гомель: ГомГМУ, 2023. Т. 2. С. 142–147.

УДК 630\*11

Н.П. Демид, канд. с.-х. наук;  
С.И. Минкевич, доц., канд. с.-х. наук;  
О.С. Ожич, ст. преп., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

#### **ТЕКУЩИЙ ПРИРОСТ ДУБРАВ БЕЛАРУСИ: НОРМАТИВЫ, МЕТОДИКА РАСЧЕТА, РЕЗУЛЬТАТ**

Текущий прирост – важнейший показатель продуктивности лесов, использование которого в лесоуправлении является признаком его устойчивости и высокого уровня лесоустройства.

Надежное определение этого вида прироста путем прямых натуральных измерений в общегосударственном масштабе только преду-



смачивается в рамках Государственной программы «Белорусский лес» на 2021–2025 годы.

Сейчас возможен камеральный расчет по нормативам, построенным или проверенным на местном экспериментальном материале – к таким в Беларуси можно отнести таблицы хода роста (ТХР) нормальных насаждений.

Следует сначала вычислить прирост на 1 га каждого класса возраста (КВ), интерполируя данные ТХР на средний возраст  $A_t$  и средний класс бонитета (КБ), и умножая его на коэффициент ПЗ по В.В. Загрееву, учитывающий среднюю полноту. Произведение полученного результата на площадь нужного КВ и суммирование данных всех классов возраста даст текущий прирост.

В качестве средних показателей КВ (по породам) мы приняли средневзвешенные через площадь средние (по последнему лесоустройству) 12 лесхозов Беларуси, чья территория попадает на пересечения географических меридианов и параллелей (далее в таблице 1).

Из общеизвестной формулы текущего прироста следует, что его величины в ТХР соотносятся с табличным возрастом так, что при десятилетних интервалах последнего прирост в таблице, указанный для 30 лет, соответствует 25 годам, и т.д. Поэтому для отражения зависимости прироста от возраста использовали связь с фактическими значениями возраста 5, 15..., а затем с полученных графиков снимали величины, соответствующие средним возрастам КВ 10, 30 лет и т.д. согласно рисунку 1 (для ТХР дубовых древостоев по Ф.П. Моисеенко).

Для правильной интерполяции прироста в зависимости от среднего КБ важно понимать (рисунок 2), что белорусские ТХР (всех пород) 1) не отражают среднюю линию класса бонитета по Орлову, причем с возрастом КБ меняется, особенно в молодые годы; 2) интервал между соседними классами бонитета непостоянный в разном возрасте. Поэтому необходимо уточнять класс бонитета с учетом фактического КБ (на рисунке представлен по уравнению Толкача –Машковского).

Например, в 10 лет текущий КБ ТХР 2-го класса бонитета – 2,6, (рисунок 2), ТХР 1-го класса бонитета – 1,6, тогда среднему бонитету КВ 2,0 (таблица 1) соответствует 1,4 (40% от прироста в ТХР 2-го номинального КБ и 60% от прироста по ТХР Ф.П. Моисеенко 1-го КБ).

Возраст		Прирост по КБ при возрасте					
таблич- ный	факти- ческий	фактическом			табличном		
		1	2	3	1	2	3
10	5	0,8	0,6	0,5	3,0	2,4	2,1
20	15	6,1	4,8	3,9			
30	25	8,8	6,5	5,4	9,1	7,0	5,7
40	35	9,1	7,3	5,9			
50	45	9,1	7,6	6,0	9,0	7,6	6,1
60	55	8,8	7,5	6,1			
70	65	8,3	7,3	5,8	8,0	7,1	5,7
80	75	7,7	6,8	5,5			
90	85	7,1	6,3	5,1	6,8	6,1	4,8
100	95	6,5	5,8	4,6			
110	105	6,0	5,2	4,2	5,7	4,9	4,0
120	115	5,5	4,7	3,7			
130	125	5,0	4,2	3,2	4,8	4,0	3,0
140	135	4,7	3,8	2,8			
150	145	4,4	3,4	2,4	4,3	3,2	2,3
160	155	4,0	2,9	2,0			
170	165	3,7	2,6	1,8	3,5	2,4	1,7
180	175	3,2	2,2	1,6			
190	185	2,8	1,9	1,3	2,7	1,7	1,2
200	195	2,5	1,6	1,1			
210	205	2,2	1,4	0,8	2,0	1,3	0,7

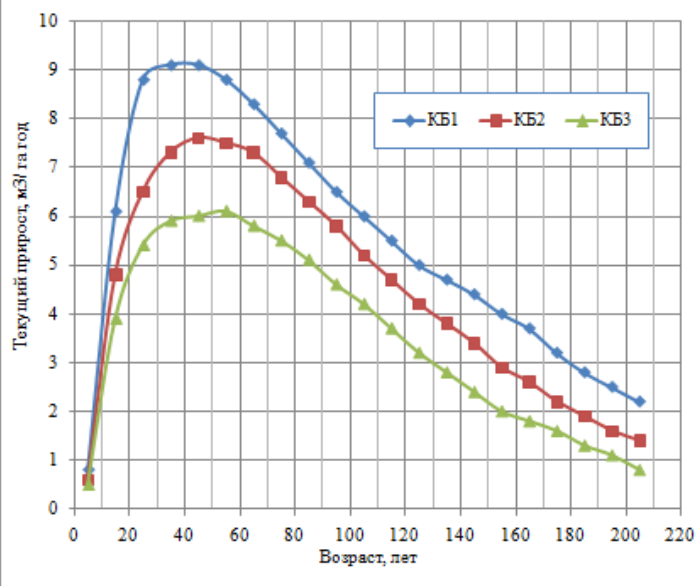


Рисунок 1 – Текущий прирост (м³/га/год) для середин КВ по ТХР

Вышеприведенный порядок расчета текущего прироста отражен в таблице 1 в 2-х вариантах – по «чистой» породе и при модальном составе. В последнем случае перед суммированием приросты пород уменьшены согласно коэффициентам состава (КС) классов возраста в 0,КС раза – прирост с учетом состава получился в 1,24 раза выше.

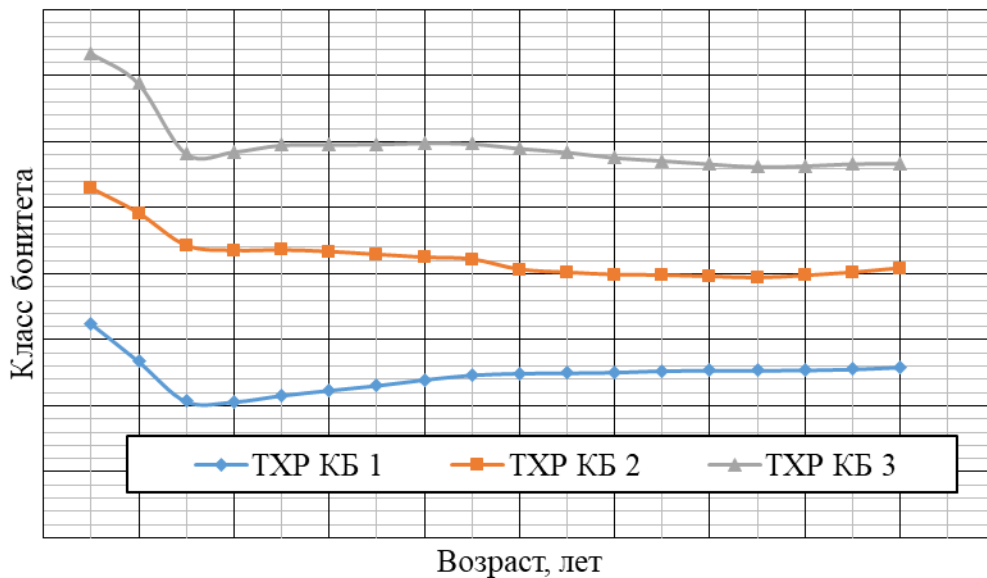


Рисунок 2 – Текущий КБ в ТХР дубовых древостоев

**Таблица 1 – Расчет текущего прироста дубрав на основе нормальных ТХР Ф.П. Моисеенко и В.Ф. Багинского**

Показатель	Значение по классам возраста										Итого (в среднем)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 и старше	
<b>Вариант 1 – "чистые" дубравы (по Ф.П. Моисеенко)</b>											
1 Средний возраст КВ Ат, лет	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>90</b>	<b>110</b>	<b>130</b>	<b>150</b>	<b>170</b>	<b>200</b>	<b>72</b>
2 Средний возраст КВ Аф, лет	13	33	54	72	95	114	133	152	169	204	<b>76</b>
3 Средний КБ, класс	2,0	2,2	2,0	1,7	2,0	2,4	2,3	2,4	2,7	2,5	<b>2,0</b>
4 Уточненный КБ для ТХР	<b>1,4</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>1,6</b>	<b>1,9</b>	<b>2,4</b>	<b>2,4</b>	<b>2,5</b>	<b>2,9</b>	<b>2,5</b>	<b>1,9</b>
5 Средняя полнота П	0,70	0,69	0,66	0,65	0,57	0,54	0,55	0,55	0,55	0,49	<b>0,63</b>
6 Уточненная полнота ПЗ	1,08	1,08	0,79	0,69	0,59	0,54	0,55	0,55	0,55	0,49	<b>0,74</b>
7 Площадь, га	32003	27570	48520	74361	34209	24112	21453	10400	4029	3875	28053
8 Площадь, %	11,4	9,8	17,3	26,5	12,2	8,6	7,6	3,7	1,4	1,4	100,0
9 Нормальный прирост КБ 1, м <sup>3</sup> /га	3,0	9,1	9,0	8,0	6,8	5,7	4,8	4,3	3,5	2,3	–
10 Нормальный прирост КБ 2, м <sup>3</sup> /га	2,4	7,0	7,6	7,1	6,1	4,9	4,0	3,2	2,4	1,5	–
11 Нормальный прирост КБ 3, м <sup>3</sup> /га	2,1	5,7	6,1	5,7	4,8	4,0	3,0	2,3	1,7	0,9	–
12 Прирост при среднем КБ, м <sup>3</sup> /га	2,6	7,0	8,9	7,6	6,7	4,4	3,4	2,8	2,3	1,5	<b>6,2</b>
13 То же при среднем КБ и ПЗ, м <sup>3</sup> /га	2,8	7,5	7,0	5,3	4,0	2,4	1,9	1,5	1,3	0,7	<b>4,6</b>
14 Прирост на всей площади, м <sup>3</sup>	91069	207605	337906	392487	136436	57077	40283	15869	5184	2805	1286721
15 Прирост на всей площади, %	7,1	16,1	26,3	30,5	10,6	4,4	3,1	1,2	0,4	0,2	100,0
16 Прирост ко всей площади, ед.	0,6	1,6	1,5	1,2	0,9	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	<b>1,0</b>
<b>Вариант 2 – смешанные дубравы модального состава (составляющие породы – по В.Ф. Багинскому)</b>											
<b>Дубовая</b> (и др. тв.) часть, КС	4,7	5,1	6,0	5,9	6,3	6,9	7,3	7,6	8,7	9,6	<b>6,1</b>
Прирост на всей площади с КС, м <sup>3</sup>	43110	106802	202796	232297	85581	39218	29223	12135	4500	2654,8	758316
<b>Сосновая</b> часть, коэфф. состава	0,6	0,0	0,1	0,3	0,6	0,8	0,5	0,4	0,1	0,3	<b>0,4</b>
Средний возраст КВ Ат, лет	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>70</b>	<b>90</b>	<b>110</b>	<b>130</b>	<b>150</b>	<b>170</b>	<b>200</b>	<b>72</b>
Средний КБ, класс (–1,5 класса)	0,5	0,7	0,5	0,2	0,5	0,9	0,8	0,9	1,2	1,0	<b>0,5</b>
Уточненный КБ для ТХР	1,3	1,2	0,8	0,4	0,6	0,9	0,8	0,9	1,2	1,1	<b>0,8</b>
Прирост при среднем КБ и ПЗ, м <sup>3</sup> /га	5,9	13,9	10,1	7,9	5,2	3,5	2,8	1,9	1,3	0,5	<b>7,1</b>

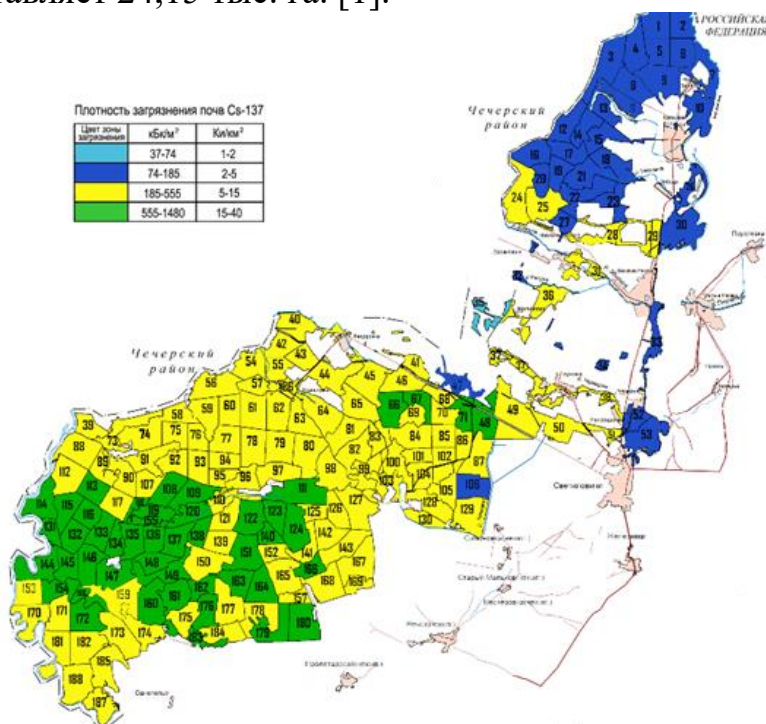
Продолжение таблицы 1

Показатель	Значение по классам возраста										Итого (в среднем)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 и старше	
Прирост на всей площади с КС, м <sup>3</sup>	10954	1783	7164	14951	10447	6607	3104	753	44	128	55936
<b>Еловая</b> часть, КС	1,6	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	0,8	1,1	0,7	0,3	<b>0,8</b>
Средний возраст КВт, лет	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>125</b>	<b>58</b>
Средний КБ, класс (-1,5 класса)	0,5	0,7	0,5	0,2	0,5	0,9	0,8	0,9	1,2	1,0	<b>0,5</b>
Уточненный КБ для ТХР	2,1	1,2	0,9	0,7	0,9	1,1	1,1	1,1	1,3	1,2	<b>1,1</b>
Исправленная полнота ПЗ	0,63	0,82	0,76	0,74	0,66	0,64	0,64	0,64	0,64	0,57	<b>0,71</b>
Прирост при среднем КБ и ПЗ, м <sup>3</sup> /га	1,2	9,5	9,5	8,7	6,7	5,4	4,7	4,0	3,5	2,5	<b>6,9</b>
Прирост на всей площади с КС, м <sup>3</sup>	5949	10627	26390	48305	21101	12542	8372	4732	1042	418	139478
<b>Березовая</b> (и черноольх.) часть, КС	3,0	3,2	2,1	1,9	1,7	1,5	1,2	0,7	0,6	0,0	<b>2,0</b>
Средний возраст КВ Ат, лет	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>85</b>	<b>93</b>	<b>54</b>
Средний КБ, класс (-1,5 класса)	0,5	0,7	0,5	0,2	0,5	0,9	0,8	0,9	1,2	1,0	<b>0,5</b>
Уточненный КБ для ТХР	0,8	1,0	0,2	-0,8	0,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	<b>0,3</b>
Прирост при среднем КБ и ПЗ, м <sup>3</sup> /га	9,4	10,2	6,1	4,7	3,5	2,7	2,6	2,3	2,0	1,0	<b>5,3</b>
Прирост на всей площади с КС, м <sup>3</sup>	89532	89595	62202	66797	20672	9522	6559	1772	455	0	347107
<b>Осиновая</b> (и сероольх.) часть, КС	0,7	1,3	1,3	1,4	1,1	0,7	0,7	0,5	0,0	0,1	<b>1,1</b>
Средний возраст КВ Ат, лет	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>55</b>	<b>60</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>75</b>	<b>80</b>	<b>88</b>	<b>51</b>
Средний КБ, класс (-2,0 класса)	0,0	0,2	0,0	-0,3	0,0	0,4	0,3	0,4	0,7	0,5	<b>0,0</b>
Уточненный КБ для ТХР	0,2	0,5	0,0	-0,5	0,1	0,5	0,7	0,6	0,7	0,1	<b>0,1</b>
Прирост при среднем КБ и ПЗ, м <sup>3</sup> /га	14,0	15,6	9,3	8,0	6,2	5,0	4,8	4,2	3,4	1,5	<b>8,5</b>
Прирост на всей площади с КС, м <sup>3</sup>	32694	54623	57281	82550	22930	8508	7294	2018	0	95	267993
Прирост на всей площади, м <sup>3</sup>	182240	263430	355832	444901	160730	76398	54552	21410	6042	3295	1568830
Прирост на всей площади, %	11,6	16,8	22,7	28,4	10,2	4,9	3,5	1,4	0,4	0,2	100,0
Весь прирост ко всей площади, ед.	0,9	1,2	1,9	2,6	1,0	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	1,0
Прирост смешанных к "чистым", ед.	2,00	1,27	1,05	1,13	1,18	1,34	1,35	1,35	1,17	1,18	<b>1,24</b>
Примечание – Аф – средний фактический возраст по 12 лесхозам (для сравнения), КБ 1 – 1-й класс бонитета и т.п., КБ составляющих пород определен по ТУМ С <sub>2</sub> D <sub>2</sub> , их же возраст Ат – с учетом таксационных описаний											

А.В. Домненкова, доц., канд. с.-х. наук;  
 Г.А. Чернушевич, ст. преп.;  
 И.Т. Ермак, доц., канд. биол. наук  
 (БГТУ, г. Минск);  
 В.Н. Босак, проф., д-р с.-х. наук (БГСХА, г. Горки)

## ПРОГНОЗ ИЗМЕНЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ТЕРРИТОРИИ ВЕЛИКОНЕМКОВСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА ГСЛХУ «ВЕТКОВСКИЙ СПЕЦЛЕСХОЗ»

Великонемковское лесничество входит в состав государственного специализированного лесохозяйственного учреждения «Ветковский спецлесхоз» (далее Ветковский спецлесхоз) Гомельского государственного производственного лесохозяйственного объединения, расположено в восточной части Гомельской области, площадь лесничества составляет 24,15 тыс. га. [1].



**Рисунок 1 – Загрязнение территории лесного фонда Великонемковского лесничества цезием-137**

Великонемковское лесничество относится к I группе тяжести (катастрофические условия) по радиоактивному загрязнению территории – 100% покрытых лесом земель. Загрязнению радионуклидами по плотности 1-5 Ки/км<sup>2</sup> на 1 января 2024 г. подвержено 17,2% территории лесничества, 5-15 Ки/км<sup>2</sup> – 58%, свыше 15 Ки/км<sup>2</sup> – 24,8% [1, 2].

Цезий-137 – основной дозообразующий радионуклид для Республики Беларусь [3-5]. Основанием для отнесения лесного квартала к

той или иной зоне радиоактивного загрязнения является плотность загрязнения радионуклидами, установленная на основании результатов радиационного обследования земель лесного фонда в соответствии с техническим кодексом установившейся практики ТКП 240-2010 (02080) «Радиационный контроль. Обследование земель лесного фонда. Порядок проведения», утвержденным постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 22 февраля 2010 г. № 5.10 [6].

Для разработки прогноза изменения радиационной обстановки на территории Великонемковского лесничества использованы данные Беллесозащиты, полученные учреждением в результате ежегодного обследования радиоактивного загрязнения лесничеств Ветковского спецлесхоза. При расчете не учитывался фактор пространственной неоднородности загрязнения почв цезием-137 в пределах лесничества (каждого лесного квартала) [1, 2, 7].

Для определенного радионуклида вероятность распада каждого ядра одинакова в любой момент времени, так как ядра распадаются независимо друг от друга. Закон, выражающий уменьшение количества ядер атомов радиоактивного вещества во времени, называется законом радиоактивного распада, который и лежит в основе прогноза изменения радиационной обстановки на территории лесного фонда Великонемковского лесничества [8].

Закон радиоактивного распада для любых превращений ядер устанавливает, что за единицу времени распадается всегда одна и та же доля нераспавшихся ядер данного радионуклида. Эту долю называют постоянной распада и обозначают  $\lambda$ . В общем виде этот закон выражается экспоненциальной зависимостью:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t},$$

где  $N$  – число ядер, распавшихся за время  $t$  (в наших расчетах заданное значение плотности загрязнения почвы);  $N_0$  – начальное число ядер радионуклида (в наших расчетах плотность загрязнения почвы на сегодняшний день);  $e$  – основание натурального логарифма;  $\lambda$  – постоянная распада;  $t$  – время (прогноз), по истечении которого плотность загрязнения почвы уменьшится до заданного значения [8].

Для характеристики устойчивости ядер радионуклида относительно распада используется понятие период полураспада. Период полураспада радионуклида – промежуток времени, в течение которого в результате радиоактивного распада количество ядер данного радионуклида уменьшается в 2 раза.

Между постоянной распада ( $\lambda$ ) и периодом полураспада ( $T_{1/2}$ )

существует соотношение:

$$T_{1/2} = \ln 2 / \lambda = 0,693 / \lambda.$$

Период полураспада ( $T_{1/2}$ ) для цезия-137 составляет 30 лет [8]. Прогноз изменения радиационной обстановки на территории лесного фонда Великонемковского лесничества представлен в табл. 1.

**Таблица 1 – Распределение (прогноз) территории лесного фонда Великонемковского лесничества Ветковского спецлесхоза по зонам радиоактивного загрязнения**

Год	Единицы измерения	Площадь загрязнения почвы цезием-137				
		Всего	в том числе по зонам и подзонам, Ки/км <sup>2</sup>			
			1–5	5–15	15–40	40 и более
2014	тыс. га	22,6	2,4	11,1	9,06	0,0
	%	100	10,6	49,1	40,1	0,0
2022	тыс. га	24,3	3,9	14,3	6,1	0,0
	%	100,0	16,0	58,8	25,1	0,0
2023	тыс. га	24,15	4,15	14	6	0,0
	%	100	17,2	58	24,8	0,0
2043	тыс. га	22,1	8,8	13,3	0,0	0,0
	%	91,3	38,2	61,8	0,0	0,0
2090	тыс. га	18,7	18,7	0,0	0,0	0,0
	%	77,4	100,0	0,0	0,0	0,0
2166	тыс. га	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

На территории лесного фонда в зонах радиоактивного загрязнения ведение лесного хозяйства осуществляется при условии получения нормативно чистой продукции и соблюдения установленного предела годовой дозы облучения (в 1 мЗв/год), что достигается, в первую очередь, обязательным регламентированием лесохозяйственной и иной деятельности в зонах радиоактивного загрязнения [9, 10].

В настоящее время в Великонемковском лесничестве территория, загрязненная цезием-137 свыше 15 Ки/км<sup>2</sup> составляет 24,8%. На этих территориях ограничены хозяйственная деятельность и лесопользование, применяются повышенные меры профилактики и предупреждения лесных пожаров, введены ограничения на проведение рубок, заготовку пищевой продукции леса [9].

Как показывает анализ табл. 1 территории лесного фонда Великонемковского лесничества выйдут из зоны 15–40 Ки/км<sup>2</sup> к 2043 г., из зоны 5–15 Ки/км<sup>2</sup> – к 2090 г., а к 2166 г. лесничество полностью выйдет из зон радиоактивного загрязнения.

Прогноз изменения радиационной обстановки в лесном фонде позволит оптимизировать планирование работ в лесничестве с учетом

изменяющейся ситуации, постепенного уменьшения активности радионуклидов и, как следствие, – расширения возможности эффективного использования лесов [9, 10].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Радиационный контроль // Гос. специализир. лесохоз. учреждение «Ветковский спецлесхоз». URL: <https://ветковский-лесхоз.бел/%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F> (дата обращения: 18.01.2024).
2. Радиационный контроль // Гос. учреждение по защите и мониторингу леса «Беллесозащита». URL: <https://bellesozaschita.by/radiacionnyj-kontrol> (дата обращения: 17.01.2024).
3. Ипатьев В. А., Багинский В. Ф., Булавик И. М. Лес. Человек. Чернобыль. Лесные экосистемы после аварии на Чернобыльской АЭС: состояние, прогноз, реакция населения, пути реабилитации. Гомель: Речицкая укрупнен. тип., 1999. 454 с.
4. Карбанович Л. Н. Площадь радиационного загрязнения лесов уменьшилась // Белорус. лесная газ. 2022. 6 янв. С. 2.
5. Распределение территории лесного фонда Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь по зонам радиоактивного загрязнения / А. В. Домненкова [и др.] // Технология орган. веществ: материалы 87-й науч.-техн. конф. профес.-преподават. состава, научн. сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 31 янв. – 17 февр. 2023 г. Минск, 2023. С. 60–62.
6. Радиационный контроль. Обследование земель лесного фонда. Порядок проведения: ТКП 240-2010. Минск: Белстандарт, 2010. 24 с.
7. Прогнозная оценка лесного фонда Ветковского спецлесхоза и выхода его территории из зон радиоактивного загрязнения / А. В. Домненкова [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2023. № 2 (270). С. 227–231.
8. Чернушевич Г. А., Перетрухин В. В. Радиационная безопасность. Лабораторный практикум. Минск: БГТУ, 2018. 198 с.
9. Правила ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Минск, 2016. 16 с.
10. Республиканские допустимые уровни содержания цезия-137 в древесине, продукции из древесины и древесных материалов и прочей пищевой продукции лесного хозяйства: ГН 11.01.2001. № 4. Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь, 2001. 5 с.



Н.Ю. Дробнова, асп.;  
О.А. Юдина, доц., канд. с.-х. наук;  
Е.Н. Наквасина, проф., д-р с.-х. наук  
(САФУ, г. Архангельск, Российская Федерация)

## **РОСТ И МОРФОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТИПОВ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ИСПЫТАНИИ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ РОССИИ**

На Европейском Севере России географические культуры ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) Karst. x *Picea obovata* Ledeb.) созданы в 70-х годах прошлого века в рамках широкомасштабного эксперимента по созданию географической сети, направленной для решения практических вопросов лесного семеноводства. Культуры созданы по единой методике в Вологодской, Архангельской областях и Республике Коми на общей площади более 65 га. Куратор объектов - ФБУ «СевНИИЛХ» (ранее Архангельский институт леса и лесохимии – АИЛиЛХ).

В Архангельской области географические культуры созданы в Плесецком лесхозе (сейчас – лесничество) в 1977 и 1978 гг. на общей площади 28,2 га, число испытываемых климатипов 29 и 28, соответственно. Культуры созданы в 3-6 повторностях, и представлены 2 видами ели (европейская и сибирская), а также их интрогрессивными гибридами.

Климатипы ели систематически обследовались согласно методике. Первые результаты по сохранности и росту были использованы для разработки Лесосеменного районирования, вышедшего в 1982 г. [1]. Итог по культурам 1 класса возраста был подведен О. А. Гвоздухиной [2], что дало возможность уточнить дальности переброски семян для лесовосстановления в соответствии с действующим лесосеменным районированием.

Географические культуры в Архангельской области отличаются выравненным агрофоном, достаточным числом повторностей, представительством климатипов и разнообразием по видам ели, что сделало его незаменимым стационарным объектом для проведения научно-исследовательских работ студентов (бакалавров и магистрантов) и аспирантов. Периодически изучается рост, сохранность, продуктивность климатипов, закономерности, связанные как с географическим, так и с видовым разнообразием ели. Большой интерес представляют также исследования морфолого-генетических особенностей вегетативной и генеративной сферы климатипов.

Приживаемость культур ели II класса возраста варьирует в пределах от 48 % до 81 %. Наиболее высокий показатель приживаемости культур наблюдается у климатипов близких по климатическим условиям с местом произрастания, в том числе у климатипов из Архангельской области и из Республики Карелии. Наименьшую приживаемость (51-67%) имеют климатипы из Эстонии, Латвии, Псковской области, расположенных юго-западнее по отношению к месту испытания, и климатипы из Удмуртии, Свердловской и Пермской областей.

Наилучшие показатели по продуктивности имеют климатипы из среднетаежной зоны. Лидером по росту и продуктивности является местная популяция, близкие значения к ней имеют популяции из Карелии, Вологодской области и Республики Коми.

Первое семеношение у климатипов ели было отмечено в потомстве южного происхождения [2]. Репродуктивные особенности ели отличаются не только географическим происхождением, но и видовыми различиями. При изменении условий произрастания и выращивания в однотипных лесорастительных и климатических условиях в потомстве ели обыкновенной, представленной елью сибирской, елью европейской и их интрогрессивными гибридами, сохраняются наследственно обусловленные особенности [2, 3].

Климатипы северного происхождения, представленные елью сибирской и близкими к ней гибридами, формируют мелкие шишки, тогда как потомства климатипов ели европейской и близких к ней гибридов сохраняют крупную размерность.

Влияние географического местоположения и условий мест формирования популяции ели обыкновенной в большей степени проявляется в пределах ареала распространения видов и близких к ним интрогрессивных гибридов.

Изучили формовое разнообразие ели II класса возраста по типу ветвления кроны, в таблице 1 представлен фрагмент данных.

**Таблица 1 – Формовое разнообразие климатипов ели по типам коры и ветвления, % [4]**

№	Происхождение семян	Вид ели	Типы коры			Тип ветвления			
			Гл	Чш	Пл	Гр	Нгр	Щт	Пл
1	Мурманская	Сиб.	53	47	-	-	-	100	-
19	Архангельская	Гсиб.	74	25	1	1	-	99	-
4	Карелия	Гевр.	64	36	-	7	-	93	-
8	Эстония	Евр.	72	28	-	-	-	100	-

*Примечание.* Гл – гладкокорая, Чш – чешуйчатая, Пл – пластинчатая, Гр – гребенчатое, Нгр – неправильно – гребенчатое, Щт – щетковидное, Пл – плосковетвистое. Сиб. – сибирская, Евр. – европейская, Гсиб. – гибридная с признаками сибирской, Гевр. – гибридная с признаками европейской.

Во всех исследуемых климатипах преобладает щетковидный тип ветвления (от 80 до 100%). Наиболее редким типом ветвления оказалось плосковетвистое (1%). Неправильно-гребенчатый и плосковетвистый типы ветвления встречаются в климатипах, представленных гибридными формами ели. Проявление редких морф скорее всего связано с интрогрессивной гибридизацией двух видов.

В зависимости от географического происхождения климатипов изменяются и показатели макроструктуры, и плотность древесины (таблица 2). Влияет на радиальный прирост и видовую принадлежность ели. На примере 4 климатипов, представленных в таблице, видно, что ширина годичного кольца у средних по росту деревьев ели сибирской значительно меньше ширины годичного кольца ели европейской. При выращивании ели европейской в более суровых климатических условиях (подзона средней тайги) потомство сохраняет наследственные признаки по линейному и радиальному приросту.

**Таблица 2 – Макроструктура древесины ели различного географического происхождения в Архангельской области [5]**

№ климатипа	Показатели макроструктуры			Плотность, кг/м <sup>3</sup>
	Ширина годичного слоя, мм	Процент поздней древесины, %	Количество годичных слоев в 1 см, шт.	
1	$\frac{2,23 \pm 0,10}{0,19 - 2,64}$	$\frac{27,11 \pm 0,08}{21,14 - 30,75}$	$\frac{4,69 \pm 0,42}{0,19 - 5,12}$	$\frac{368,44}{339,42 - 389,95}$
19	$\frac{2,64 \pm 0,13}{0,27 - 2,82}$	$\frac{37,78 \pm 1,11}{31,14 - 38,72}$	$\frac{3,61 \pm 0,40}{0,89 - 3,91}$	$\frac{434,11}{406,39 - 455,74}$
8	$\frac{2,81 \pm 0,11}{0,44 - 2,94}$	$\frac{23,87 \pm 0,90}{21,03 - 31,55}$	$\frac{3,32 \pm 0,20}{0,24 - 3,52}$	$\frac{391,23}{374,29 - 419,91}$
4	$\frac{2,89 \pm 0,16}{0,44 - 3,11}$	$\frac{31,14 \pm 0,95}{27,47 - 33,69}$	$\frac{3,43 \pm 0,36}{0,75 - 3,69}$	$\frac{413,65}{391,31 - 429,91}$

*Примечание:* в числителе – значение с ошибкой, в знаменателе – максимальное и минимальное значение

Содержание доли поздних трахеид имеет противоположную закономерность: 37,8 и 23,8 % соответственно у ели сибирской из Архангельской области (местный климатип) и ели европейской из Эстонии. У инорайонных климатипов нарушаются процессы формирования поздней древесины в несвойственных им условиях произрастания.

У климатипов ели разного географического происхождения и видового статуса наблюдаются различия и по показателю плотности древесины. Наибольшей плотностью древесины обладает климатип Архангельской области, а самая рыхлая древесина у климатипа из Мурманской области (434,11 и 368,44 кг/м<sup>3</sup> соответственно).

Подобная закономерность более низкой плотности древесины у северных и южных климатипов по сравнению с местным при изменении условий произрастания отмечена и ранее [6]. Скорее всего, это связано с реакцией на климатические изменения снижением доли поздней древесины.

Географические культуры ели в Архангельской области позволяют решать прикладные вопросы по установлению возможной дальности перемещения семян для лесовосстановления без снижения продуктивности древостоев. Но кроме того они открывают возможности получать специфическую информацию, направленную на подбор климатипов с интересующими исследователей признаками, направленными на выращивание специальных древостоев с заданными свойствами.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. М.: Лесная промышленность, 1982. 336 с.
2. Гвоздухина О. А. Географические культуры ели в Архангельской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Архангельск. АГТУ, 2004. 20 с.
3. Юдин И. А., Юдина О. А., Наквасина Е. Н. Репродуктивные особенности ели обыкновенной в географических культурах Архангельской области // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2015. № 3(345). С. 19–28.
4. Дробнова Н.Ю., Юдина О.А. Рост, продуктивность и морфологическая изменчивость ели в географических культурах Архангельской области // Растительный покров европейского севера и Арктики: XIV Перфильевские научн. чтения, посвящ. 140-летию со дня рожд. И. А. Перфильева : сборник материалов. Архангельск: 2022. С 257–265.
5. Дробнова Н.Ю. Макроструктура и плотность древесины ели обыкновенной различного географического происхождения // Ломоносовские научн. чтения студентов, аспирантов и молодых ученых – 2023: сборник матер. конфер.: в 2-х томах. Том 2. Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. 2023. С. 211–214.
6. Наквасина Е. Н., Минин Н. С. Изменчивости структуры годичных колец и плотности древесины в географических культурах ели в Архангельской области // Вестник Поморского университета. 2007. №2 (12). С. 78–85.

О.П. Евсеева, доц., канд. пед. наук;  
Л.А. Демко, студ.; О.В. Степанова студ. (БНТУ, г. Минск);  
П.В. Шумская, инженер проектировщик  
(ОАО «Институт Белгоспроект», г. Минск)

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРИШКОЛЬНОГО УЧАСТКА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ЦЕЛЬЮ ДОПРОФЕССИОННОЙ ПОДГОТОВКИ УЧАЩИХСЯ С ОПФР И ИНВАЛИДОВ**

Вопросы использования пришкольного участка в процессе биологической подготовки учащихся учреждений общего среднего образования (далее – УОСО) в свое время рассматривались в трудах А.И. Никишова, М.А. Папоркова, Д.И. Трайтака, С.В. Щукина и других. В этих исследованиях основное внимание уделялось оформлению учебно-опытного участка на пришкольной территории, особенностям выращивания на нем сельскохозяйственных культур, агротехническим мероприятиям, организации опытнической работы учащихся. Однако изучение состояния пришкольных территорий в современном городе показало, что в настоящее время учебно-опытный участок практически отсутствует.

Изменение экологической обстановки в городах и содержания биологического образования, развитие новых технологий градостроительства требуют нового подхода к формированию всего пространства пришкольного участка, созданию устойчивых экосистем на его территории [1]. Ландшафтная адаптация архитектурно-ландшафтной среды учреждений образования для инвалидов и лиц с ОПФР приобретает все большую актуальность в связи с распространением практики интегрированного обучения в УОСО [2].

Допрофессиональная подготовка учащихся VIII–XI классов учреждений УОСО осуществляется в рамках проведения факультативных занятий по основам выбора профессии соответствии с приказом Министерства образования Республики Беларусь от 24.05.2018 № 420 [3]. С целью формирования первоначальных знаний, умений, навыков, готовности к осознанному выбору профессии, приобщения к трудовому воспитанию учащихся УОСО, в том числе с ОПФР и инвалидов на базе ГУО «Средняя школа №4 г. Минска» планируется организация допрофессиональной подготовки по направлениям сельское хозяйство.

Проектирование образовательной среды УОСО с целью допрофессиональной подготовки имеет особенности с учетом требований

образовательных программ факультативов или объединений по интересам. В частности, для реализации образовательных программ сельскохозяйственного направления с растениеводческим уклоном требуется наличие на пришкольной территории опытного участка и плодового сада, с целью изучения декоративного растениеводства – сад декоративных растений, который может выступать в качестве участка психологической разгрузки и находится в учебной зоне.

В результате проведенной работы над ландшафтным дизайном пришкольного участка для выращивания декоративных и сельскохозяйственных культур с целью допрофессиональной подготовки учащихся с ОПФР и инвалидов, выделены следующие особенности проектирования:

1. Эргономические с учетом особенностей заболеваний учащихся с ОПФР и инвалидов.

2. Экологические (использование неприхотливых в уходе растений, создание устойчивых к болезням и вредителям временных биоценозов).

3. Биологические (создание посадок с учетом биологических особенностей растений и с возможностью, изучения их систематики).

4. Информационно-коммуникативные (для слабовидящих использование табличек с текстом с использованием шрифта Брайля, получение дополнительной информации на основе QR-кодов и других интерактивных средств).

5. Личностно-ориентированных предпочтений (на основе модульного дизайна, возможно закрепление отдельного модуля за конкретным учащимся или группой лиц).

6. Компетентностная (формирование ассортимента растений в модулях на основе схожих в агротехническом плане видов профессиональной деятельности).

7. Научно-ориентированная (возможность проведения опытно-экспериментальной деятельности).

8. Социальная (способность социальной адаптации учащихся с ОПФР и инвалидов посредством контакта и взаимодействия в процессе выполнения трудовых функций в совместной работе по выращиванию декоративных и сельскохозяйственных растений).

9. Педагогическая (особое значение приобретает обучение педагогов образовательным технологиям и методика, направленным на формирования эколого-биологических компетенций, которые применяются в процессе реализации образовательных программ интегрированного обучения»).

Предлагаемы авторским коллективом ландшафтный дизайн пришкольного участка ГУО «Средняя школа №4 г. Дзержинска» для выращивания декоративных и сельскохозяйственных культур спроектирован на основе модульных элементов в виде приподнятых архитектурно-ландшафтных бетонных конструкций, оформленных по периметру деревянными брусками.

Бетонная конструкция, которая лежит в основе конструкции – стандартные бетонные кольца, разного диаметра, вкопаны в грунт на различную глубину, и размещенные в пространстве с учетом эргономических потребностей учащихся с ОПФР и инвалидов, т.е. с возможностью присесть на деревянную периметральную конструкцию или поставить рассаду на ее поверхности, положить сельскохозяйственный инвентарь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Перелович Н.В. Использование элементов ландшафтного дизайна в оформлении территории пришкольного участка / Н.В. Перелович // Уч. пособие для студентов педвузов, 2013, М., Прометей. – 128 с.

2. Евсеева О. П., Шумская П. В. Рекомендации по ландшафтной адаптации архитектурно-пространственной среды учреждений общего среднего образования для детей с ОПФР и инвалидов // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 2 (246). С. 121–127.

3. Методические рекомендации по разработке учебных программ допрофессиональной и профессиональной подготовки учащихся учреждений общего среднего и специального образования [Электронный ресурс] : – Режим доступа [https://ripo.by/assets/site/pto/Разр%20уч\\_пл%20%20и%20прог%20допроф%20и%20проф%20%28Мет\\_рек%2004\\_09\\_18.pdf](https://ripo.by/assets/site/pto/Разр%20уч_пл%20%20и%20прог%20допроф%20и%20проф%20%28Мет_рек%2004_09_18.pdf).

УДК 662.638:620.952(476)

И.Т. Ермак, доц., канд. биол. наук;  
А.В. Домненкова, канд. с.-х. наук (БГТУ, г. Минск);  
В.Н. Босак, проф, д-р с.-х. наук (БГСХА, г. Горки)

## **ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТОПЛИВНЫХ ГРАНУЛ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Топливные гранулы (пеллеты) – гранулированный вид твердого топлива из спрессованных отходов древесного и сельскохозяйственного производства [1].

В настоящее время в Беларуси производственные мощности по выпуску топливных гранул (пеллет) составляют порядка 800 тыс. т. в год. Из них 350 тыс. т. – в организациях Министерства лесного хозяйства (далее Минлесхоз), еще 186 тыс. т. – в организациях концерна «Беллесбумпром», более 260 тыс. т. – у прочих производителей [2].

Производство топливных гранул позволило вовлечь в хозяйственный оборот отходы деревообработки (опилки, щепу) крупных предприятий и развивать одно из перспективных видов альтернативной энергетики – биоэнергетику, основанную на использовании биомассы. Пеллеты обладают следующими преимуществами по сравнению с другими видами топлива: экологическая чистота, низкий процент угарного газа, высокая теплоотдача, минимальное количество отходов после сгорания, ценовая доступность, оптимальные характеристики для транспортировки, удобство хранения, низкая пожароопасность.

Вопросам производства топливных гранул в Беларуси в последние годы уделялось огромное внимание, т.к. с 2017 г. сложился емкий высокорентабельный рынок потребления данного энергоносителя. Европейский рынок был основным потребителем топливных гранул. Наращивание темпов производства пеллет осуществлялось огромными темпами. Так, например, за 2017-2021 гг. только в организациях Минлесхоза производство и реализация топливных гранул выросли с 16 тыс. т. до 187 тыс. т. в год [2-4].

До 2022 г. спрос на топливные гранулы превышал предложение. После закрытия европейского рынка в 2022 г., поставки на экспорт практически остановились, продукция перестала быть востребованной. Организации в 2022 и 2023 гг. были вынуждены ограничить производство пеллет, а нереализованные проекты по строительству новых заводов были приостановлены [3, 4].

Объемы производства пеллет 2022 г. сократились и за январь-октябрь составили 291,6 тыс. т. что на 29% ниже, чем за аналогичный



период прошлого года (в 2021 г. объем производства пеллет за январь-октябрь составил 408,2 тыс. т.) [4].

Основные направления решений вопроса реализации избыточных объемов продукции – это поиск новых рынков сбыта и увеличение потребления пеллет на внутреннем рынке. В том числе путем вовлечения в энергетическую систему страны [4-6].

При переводе на пеллеты в целом по стране порядка 35% мощностей, использующих сегодня в качестве топлива дрова, появится возможность загрузить полностью все пеллетные производства (765 тыс. т.).

По информации Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь в 2021 г. в Беларуси потребление древесного топлива составило 2,41 млн. т. у. т., в том числе [7]:

- дрова – 1,31 млн. т. у. т. (54,5 %);
- щепы топливной – 0,6 млн. т. у. т. (24 %);
- отходы лесозаготовок и деревообработки – 0,5 млн. т. у. т. (21%);
- древесные гранулы и пеллеты – 12,3 тыс. т. у. т. (0,5 %).

В общем объеме потребления древесного топлива в стране 54,5% приходится на дровяную древесину, что показывает потенциал модернизации имеющихся котельных.

В организациях Минлесхоза отмечается рост потребления пеллет. В 2022 г. организации Минлесхоза перевели 184 котла на пеллеты [8]. За 2023-й планировалось к новому отопительному сезону перевести еще около 600 котельных.

За январь-октябрь 2022 г. внутри страны реализовано 19,4 тыс. т. пеллет, что в 5,4 раза больше, чем за аналогичный период 2021 г. [8].

Кроме того, Минлесхоз работает над комплексом мероприятий, направленных на снижение стоимости пеллет (себестоимость производимой организациями Минлесхоза 1 т. пеллет составляет в среднем 255 руб.), в числе которых максимальное использование опилок и отходов деревообработки, применение дифференцированных тарифов на электроэнергию и др. [7].

По информации Новогрудского ЖКХ, если цена пеллет составит 210 руб. за 1 т., то себестоимость полученной энергии в 1 Гкал будет на 40% ниже, чем при работе котельной на дровах, и на 11% ниже, чем при работе на газе [4].

23.10.2023 г. Советом Министров принято постановление № 716 «О комплексе мер по увеличению использования древесных топлив-

ных гранул (пеллет)». Документ направлен на развитие внутреннего рынка потребителей указанного вида топлива [5].

Постановлением № 716 предусматривается:

– внесение изменений в законодательство в части отнесения древесных топливных гранул (пеллет) к товарам, цены на которые подлежат государственному регулированию, с последующим установлением фиксированной цены на них для отпуска потребителям на внутреннем рынке;

– совместное сжигание древесных топливных гранул (пеллет) с иными видами твердого топлива на энергоисточниках и предприятиях цементной отрасли в технологическом процессе;

– реконструкции и модернизации котлов для использования пеллет в 2024–2027 гг. на ряде объектов ГПО «Белнерго» – РК «Шабаны» филиала «Минские тепловые сети», ТЭЦ-5, Барановичская ТЭЦ. Также перечислены котельные в системе ЖКХ в регионах, строительство которых запланировано в ближайшие два года госпрограммой «Энергосбережение» на текущую пятилетку, в частности, в Столине, Слониме, Добруше, Ельске, Воложине и других [5].

Еще один вариант увеличения потребления внутри страны – вовлечение в процесс населения.

28.07.2023 г. Совмин принял постановление № 491, внесшее изменения в систему обеспечения населения твердыми видами топлива. Так, список был дополнен пеллетами – теперь на одно домовладение их могут отпускать до 2 т. по фиксированным ценам, как в лесхозах-производителях, так и на фирменных торговых площадках под брендом «Лесной домик» [10, 11].

Проблемы, препятствующие увеличению потребления пеллет физическими лицами внутри Республики Беларусь:

1. Требуется выработать механизм субсидирования для физических лиц при приобретении ими котельного оборудования, работающего на топливных гранулах и, непосредственно, при приобретении ими пеллет;

2. Отсутствие конкуренции на рынке пеллетных котлов. Требуется повысить конкуренцию производителей и обеспечить импортозамещение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коробов В. В., Рушнов Н. П. Переработка низкокачественного сырья (проблемы безотходной технологии). М.: Экология, 1991. 288 с.

2. За 2 года организации Минлесхоза нарастили объемы производства пеллет в 10 раз // Министерство лесного хозяйства Республики

ки Беларусь. URL: <https://www.mlh.by/news/7958/> (дата обращения: 12.01.2024).

3. Министр лесного хозяйства – об экономическом эффекте от ЕГАИС, перспективах пеллетного направления и цифровизации // Советская Беларусь. URL: <https://www.sb.by/articles/biznes-plan-v-zelenykh-tonakh.html> (дата обращения: 10.01.2024).

4. В Новогрудке с участием Пархомчика обсудили расширение объемов использования белорусских пеллет // Советская Беларусь. URL: <https://www.sb.by/articles/v-novogrudke-s-uchastiem-parkhomchika-obsudili-rasshirenie-obemov-ispolzovaniya-belorusskikh-pellet-.html> (дата обращения: 10.01.2024).

5. О комплексе мер по увеличению использования древесных топливных гранул (пеллет) / Постановление Совета министров Республики Беларусь от 23 октября 2023 г. № 716 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 04.02.2017, 8/31562.

6. В Беларуси утвердили комплекс мер по увеличению использования древесных топливных гранул // Советская Беларусь. URL: <https://www.sb.by/articles/v-belarusi-utverdili-kompleks-mer-po-uvelicheniyu-ispolzovaniya-drevesnykh-toplivnykh-granul.html> (дата обращения: 11.01.2024).

7. Использование местных топливно-энергетических ресурсов. Текущее положение и перспективные направления // Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь. URL: [https://energoeffect.gov.by/news/news\\_2023/20231020\\_news4](https://energoeffect.gov.by/news/news_2023/20231020_news4) (дата обращения: 11.01.2024).

8. В 2022 году организации Минлесхоза перевели 184 котла на пеллеты // Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. URL: <https://www.mlh.by/news/9945/> (дата обращения: 12.01.2024).

9. Годовое потребление пеллет промышленными котельными Беларуси может увеличиться на 220 тысяч тонн // Советская Беларусь. URL: <https://www.sb.by/articles/teplo-v-zelenykh-tonakh.html> (дата обращения: 18.01.2024).

10. Совмин уточнил вопросы обеспечения населения твердыми видами топлива // Право. URL: <https://pravo.by/novosti/novosti-pravo-by/2023/july/74975/> (дата обращения: 18.01.2024).

11. Правительство приняло решение, направленное на снижение стоимости определенного объема гранул древесных топливных для населения (до двух тонн на домовладение) // Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. URL: <https://www.mlh.by/news/10099/> (дата обращения: 18.01.2024).

**БАЛОТА ЯК ПРЫРОДНА-КУЛЬТУРНЫ АБ'ЕКТ:  
РОЛЯ Ё ГІСТОРЫІ ТРАДЫЦЫЙНАЙ КУЛЬТУРЫ  
І ВЫКАРЫСТАННЕ Ё ТУРЫСЦКА-ЭКСКУРСІЙНАЙ  
ДЗЕЙНАСЦІ**

Штогод 2 лютага адзначаецца Сусветны дзень водна-балотных угоддзяў. Падзея, якая мае непасрэднае дачыненне да нашай сінявокай краіны. Балоты – аб'ектыўная рэальнасць, неад'емная частка ландшафту Беларусі.

Навукоўцы сведчаць, што кожны гектар беларускіх балот ачышчае паветра, як 13 гектараў запаведнага лесу. Балотная вада па чысціні часта не саступае азёрнай, а можа быць, і перавышае яе з-за наяўнасці ў ім моху – натуральнага антысептычнага рэчыва, што перашкаджае развіццю бактэрыяў, і такім чынам чысціць ваду. Вада ў балотах чыстая і абнаўляецца за пяць гадоў – гэта ўтрая хутчэй, чым у азёрах. Сяляне давяралі яе чысціні, толькі падчас сенакосу бралі на балота ільняную анучку, праз якую пілі ваду з балотных лунак.

Па плошчы балоты займаюць 13-14% тэрыторыі нашай краіны. Па ўзросце ім – ад 9 да 5 тыс. гадоў: утвараліся пасля адступлення апошняга ледавіка. Кожная балота з'яўляецца цэлай экасістэмай. У наш час яны сталі паўнаважным шматпланавым аб'ектам навукі. У іх назапашаны сапраўдны банк дадзеных пра раслінны і жывёльны свет (праз пылок, споры і часткі вегетатыўных органаў раслін, парэштакі розных жывёл), якія чакаюць свайго “прачытання” у будучым і здатныя паведаміць нам пра рэліктавыя расліны і жывёл, кліматычныя змены і характар рэльефу цягам тысячагоддзяў. Балоты – равеснікі нашых абарыгенаў, а значыць свае адкрыцці чакаюць і антрапологаў. Знаходкі “балотных цел” – парэштак людзей – звыклая знаходка ў розных частках свету (самаму старажытнаму экзэмпляру – 8000 гадоў).

Як складваліся ўзаемадачынненні паміж людзьмі і балотам у спракаветныя часы? Гісторыя паказвае, што яны былі рознабаковымі і адлюстроўваюць адвечны антаганізм: прырода-чалавек, які выяўляўся ў змене адносін да гэтага прыроднага асяроддзя на працягу тысячагоддзяў. Толькі паступова балота таксама стала культурнай прасторай і часткай беларускай ментальнасці.

Асцярожнае, нават негатыўнае стаўленне да яго, страх перад балотнай тванню адлюстраваны ў нашай міфалогіі і фальклёры. Па падданні балота – стварэнне не боскае, але д'ябальскае (чорт, які падгля-

даў за Богам, хацеў, як Бог, ствараць свет, але ўдавіўся схаванаю ад яго ў роце зямлёю і выпляваў яе, ад чаго стварылася не цьвердзь зямная, а балота). Ад пяску, пушчанага ім па ветры, стварыліся не птушкі і маталі, як у творцы, а ўсялякі гнюс: камары, мошкі ды авадні.

Балоты як частка жывой прыроды былі аб'ектам пільнага назірання і вывучэння, насяляліся духамі, такімі рознымі, як рознымі былі тыпы балот. Балотнік, Багнік і Аржавенік адпавядалі тром іх тыпам. Балотных духаў антрапамарфізавалі (ім надавалі чалавекападобнае аблічча, надзялялі домам, рознымі характарамі ў залежнасці ад асяроддзя). Іх стараліся не крыўдзіць, задобрывалі.

Балота не любілі з-за бруду, гнюсу і небяспекі. Але ў яго вучыліся: назіранні за балотамі дазволілі па тыповых раслінах вызначаць на іх небяспечныя месцы. Людзей прываблівалі балотныя прасторы як сенакосныя угоддзі, ягаднікі – як крыніцы ежы. Так з'явілася патрэба ў выпрацоўцы тэхнікі хаджэння па болотах, што перадавалася з пакалення ў пакаленне. Так з'явіліся балотныя лыжы, балотаступы, легкія валакушы для перавозкі сена з балота. Па патрэбе навучыліся рабіць гаці-дарогі праз балоты (назапашваліся інжынерныя веды).

Балотная расліны сталі выкарыстоўвацца ў гаспадарцы: так з'явіліся трысняговыя дахі на гаспадарчых пабудовах і хатах, што эканоміла жытнюю салому на іншыя патрэбы. Сапрапель стала цудоўным угнаеннем палеткаў. Вербалозы верхавых балот і на ўскрайках іншых сталі сыравінай для лозапляцення. А да духаў балота дадаўся яшчэ адзін нязлоблівы персанаж: Лазавік разам з гарэзлівымі Лознікамі. З пераходам да аселага ладу жыцця на мяжы эпохі бронзы і жалезнага веку, прыкладна 4 тысячы гадоў таму назад, узрасла ваенная небяспека і патрэба ў абароне не толькі племянной тэрыторыі, але і людзкіх рэсурсаў. Гэта стала прычынай з'яўлення яшчэ адной функцыі балот: абарончай. Да балотных выспаў пракладаліся таемныя сцежкі, па якіх у выпадку небяспекі перабіраліся людзі разам з маёмасцю. Балотныя гарадзішчы і гарадзішчы-сховішчы гэтага часу даследуюцца археолагамі канца 20 – пачатку 21 стст. на Палессі і на тэрыторыі Падзвіння. Абарончую функцыю балоты захоўвалі і падчас войнаў 16-17 ст., і нават яшчэ ў Другую сусветную вайну: менавіты сярод балотаў утвараліся партызанскія лагеры і разгортваліся партызанскія шпіталі. Балотны мох выкарыстоўваўся там як антысэптык.

Пасля вайны з утварэннем калгасаў балоты выкарыстоўваліся для прыватнага сенакашэння. А з надыходам зімовых марозаў усё навакольле выбіралася на балоты па бясплатныя дровы: алешыны з дыяметрам ствала ў 5-8 см нарыхтоўваліся і санкамі вывозіліся на

край балот да вясны. Тым самым зберагаліся і пашыраліся плошчы сенажацяў. Аднак адносіны да балотаў з боку дзяржавы змяніліся на негатыўныя з-за імкнення павялічыць плошчы пад ворыўную зямлю і сенажаці, што прывяло да асушэння балот пачынаючы з 60-х гадоў 20 ст. Працэс спыніўся толькі пасля ўзнікнення экалагічных наступстваў (высыхалі калодзежы і мялелі рэкі, распаўсюджваліся пыльныя буры). Цяпер мы назіраем працэс рэанімавання балот праз паўторнае забалачванне, што патрабуе вялізных выдаткаў.

Балоты выконвалі сваю ахоўную функцыю не толькі для людзей, але і для прыродных аб'ектаў: флоры і фауны. Менавіта на балотах захаваліся многія віды раслін (15% з унесеныя у Чырвоную кнігу Беларусі). Балоты сталі домам для птушак і жывёл, у тым ліку краснакніжнікаў (прыкладам, такіх, як гігантскія кажаны, вяртлявая камышоўка). Міжнародны статус аховы Рамсарскага ўгоддзя маюць 26 тэрыторый Беларусі, якія асабліва ахоўваюцца.

Выключная роля балот у захаванні культуры. Адзін з самых цікавых і архаічных, традыцыйных, рэгіёнаў Беларусі – Палессе (усходняе і заходняе) – сфарміраваўся менавіта дзякуючы наяўнасці балотаў, якія адыгралі ролю своеасаблівага ізалятара і кансерватара традыцый. Малазямельле стымулявала развіццё рамеснай дзейнасці, найперш ганчарства. Хрэстаматыйны прыклад – вёска Гарадная, што ў Столінскім раёне, дзе нават у пачатку 20 ст. існаваў ганчарны цэнтр з адметнай традыцыяй, вытокі якой прасочваюцца ў ганчарстве Палесся 800-гадовай даўнасці. Менавіта тут нарадзілася прыслоўе “на гліне грош не гіне”. Захаванне традыцый у побытавых рэчах Гомельскага Палесся дэманструюць экспанаты “Чарнобыльскага фонда” аддзела старажытнай беларускай культуры НАН Беларусі.

Балотная глеба (торф) – прыродны кансервант, а балоты – патэнцыйны захавальнік старажытных скарбаў – прадметаў матэрыяльнай культуры, некаторыя з якіх налічваюць не адно тысячагоддзе. Прыкладам могуць быць матэрыялы з раскопак стаянак Крывіна Сенненскага і Асавец Бешанковіцкага раёнаў Віцебскай вобласці, даследаванне якіх перыядычна працягваецца з 60-х гг. 20 ст. У перавільготненай глебе захаваліся вырабы з дрэва і косці ўзростам у 4-5 тыс. гадоў. Нават і больш маладыя знаходкі, як, напрыклад, мечкорд 500-гадовага ўзросту цудоўнай захаванасці з балота ля сцен Лідскага замка – унікальны артэфакт. Ён знойдзены выпадкова, пры меліярацыйных працах ля сцен замка.

З усіх відаў папулярнага ва ўсім свеце экалагічнага турызму, “балотны” турызм – самы экалагічны. Ён актыўна развіваецца ў краінах Скандынавіі, у Прыбалтыцы і Польшчы. Яго “экалагічнасць”

– найперш у спосабе перамяшчэння: ён пешаходны, і арганізаваны. Пракладзеныя па балотах экалагічныя сцежкі праходзяць па спецыяльных насцілах. На ўскрайках балот будуецца назіральныя вышкі. Яны прызначаюцца не толькі для назірання за птушкамі (таму што на беларускіх балотах, як вядома, сустракаецца больш 40% відаў птушак краіны, а бёрдвочынг і ў нас набірае папулярнасць), але і для сузірання краявідаў як адзін з элементаў ландшафтатэрапіі. Дзякуючы насычанасці балотнага паветра кіслародам яно нават перавышае магчымасці сасновых лясоў у станоўчым ўздзеянні на здароўе. Чысцейшае паветра і рэлаксацыя краявідамі і станоўчымі эмоцыямі ад сустрэчы з незвычайным, шырокія далягляды (“адкрытыя” ландшафты) станоўча ўплываюць і на зрок экскурсантаў. Дзякуючы таму, што балоты – цэлая экасістэма, на аснове экалагічных сцежак магчыма арганізацыя і правядзенне разнастайных тыпаў прыродазнаўчых ці экалагічных экскурсій: біялагічных, заалагічных і нават спецыфічных энтамалагічных (на нашых балотах сустракаюцца 35% кузурак краіны).

Акрамя прыродна-экалагічнага турызму, балоты становяцца месцам арганізацыі фестывальнага турызму. Прыкладам можа быць фестываль сенакашэння на базе балота Ельня. Тым самым турызм спрабуе дапамагчы і ў вырашэнні некаторых праблем захавання балот: гэта зарастанне месцаў гнездавання і адпачынку птушак на шляху іх міграцыі. Яшчэ адзін з відаў турызму, папулярны ва ўсім свеце – “сабыцыйны” турызм. Прычынай арганізацыі такіх масавых мерапрыемстваў звычайна становяцца гістарычныя падзеі. Аднак прыродны турызм таксама мае тут значныя перспектывы, абавіраючыся на відовішчыныя цыклічныя прыродныя з’явы, якія адбываюцца на тэрыторыі балот. Як прыклад, заслугоўвае ўвагі экалагічны фестываль “Жураўлі і журавіны Міерскага краю”, прымеркаваны да часу масавага збору журавін, падчас якога прапануецца вялізная разнастайнасць страў з журавін: пірагі з журавінамі, журавінавы морс, свежыя ягады. Адначасова на балоце Ельня адбываецца сапраўднае “жураўлінае” свята, якое прывабівае вялікую колькасць турыстаў. Яшчэ адна праблема сучасных балот – зарастання іх не толькі травамі, але і кустамі, што замінаюць гнездаванню і адпачынку птушак на шляху міграцыі. Для змагання з апошняй праблемай, магчыма, можна прадумаць варыянт правядзення спаборніцтва па цімберспорту з выкарыстаннем балотнай тэрыторыі.

Такім чынам, самакаштоўнасць балот як прыроднай экасістэмы дапаўняецца іх гісторыка-культурным значэннем, а ўсё разам павінна стаць рэсурсам пашырэння турыстычнага патэнцыялу тэрыторыі нашай краіны.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ САДОВ НЕПРЕРЫВНОГО ЦВЕТЕНИЯ**

Создание сада непрерывного цветения, который по своему замыслу должен служить конкретным примером ландшафтного оформления существующего зеленого объекта с применением большого разнообразия видов и сортов, декоративных древесно-кустарниковых и цветочных растений, цветущих с ранней весны до глубокой осени. Сады подобного типа являются не только коллекцией декоративных видов древесно-кустарниковых растений, но и парковым объектом массового посещения.

Растения в садах непрерывного цветения чаще всего распределяются по декоративно-пейзажному принципу, которые могут включать ландшафтно-групповые композиции, одиночные посадки наиболее декоративных видов растений, независимо от их классификации.

При создании декоративных композиций стараются подбирать растения, сходные по их отношению к природным условиям, таким как освещенность, механический состав и увлажненность почвы, уровень ее плодородия. Древесно-кустарниковые растения и кустарники, находящиеся в оптимальной для них среде, отличаются более высокой привлекательностью, они устойчивее к климатическим аномалиям и меньше страдают от болезней.

Проект сада непрерывного цветения на территории городского сквера в г. Сморгонь, по своему замыслу должен служить конкретным примером ландшафтного оформления существующего зеленого объекта с применением большого разнообразия видов и сортов декоративных древесно-кустарниковых растений, цветущих с ранней весны до глубокой осени. Каждая группа растений включает в себя ведущие культуры, составляющие ее основу и главный акцент декоративного эффекта, а также сопутствующие виды растений, поддерживающие ее в декоративном состоянии после окончания срока цветения основной культуры.

Одними из первых в апреле – начале мая бело-розовыми облаками зацветают плодовые деревья, причем не только плодовые сорта, но и декоративные формы с различной формой кроны и окраской цветков. В данном случае рекомендуется использовать яблоню ягодную, вишню войлочную грушу обыкновенную, вишню птичью 'Ипуть'.

В начале – середине мая зацветает конский каштан обыкновенный с эффектными белыми пирамидальными соцветиями. У конского



каштана мясо-красного соцветия красного цвета. Вскоре белыми соцветиями зацветает ирга колосистая и круглолистная. Белыми щитковидными соцветиями цветут разные виды рябины.

Особое внимание необходимо уделить двум видам катальпы бигнониевидной и великолепной, которые образуют пышные соцветия из крупных белых или кремовых крапчатых цветков. Цветение у них растягивается иногда на целый месяц, а его пик приходится обычно на конец июня – начало июля месяца. Одновременно с ними происходит завершение цветения и начало созревания плодов скумпии кожевенной, которая на это время превращается в настоящее облако сиренева-то-розового тумана.

Еще более разнообразен ассортимент красивоцветущих кустарников. Раньше всех, обычно еще в апреле, зацветают форзиции – промежуточная и яйцевидная. Их яркие желтые цветки раскрываются на побегах до распускания листьев. В мае зеленовато-белыми цветками зацветает бузина кистистая, а позже бузина черная, имеющая белые крупные соцветия. В этом же месяце приходит пора цветения белоцветковых спирей: дубравколистной, Вангутта. Это кустарники имеющие красивую форму кроны и очень обильное цветение, сплошь покрывающее побеги по всей длине. Эффектными элементами сада непрерывного цветения на этот период станут также сирени обыкновенная и Мейера, затем венгерская. Оранжевые, красные и розовые цветки образуют сорта хеномелеса японского. Декоративное цветение наблюдается у боярышника обыкновенного, соцветия которого состоят из мелких белых или бледно-розовых цветков. Более насыщенный розовый цвет имеют цветки боярышника обыкновенного «Paul's Scarlet».

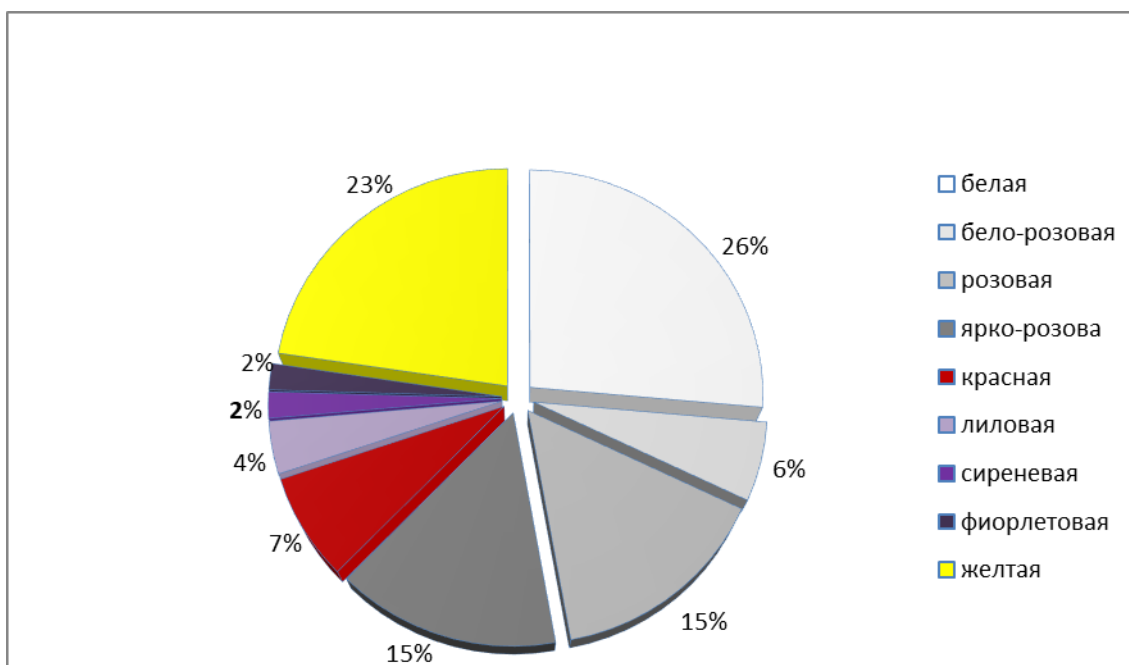
Конец мая – июнь – время цветения разных видов и сортов вейгел. Их белые, розовые, красные и темно-пунцовые колокольчатые цветки украшают сад в течение 3–4 недель, до начала июля. Вейгелы широко используют как в одиночной посадке, так и в групповой с другими кустарниками. Примерно в это же время в наиболее декоративную фазу вступают многие другие кустарники: ракитник русский, карагана древовидная, магония падуболистная, смородина альпийская и золотистая, лапчатка кустарниковая имеющие окраску цветков от бледно до золотисто желтого цвета. Различные виды рода калина, свидина, кизильник, дейция – белоцветущие, а соцветия жимолости татарской, обыкновенной окрашены в различные оттенки розового и красного цвета.

В середине – конце июня наступает период цветения спирей с розовыми цветками. Это целая группа родственных видов, формиру-

ющих щитковидные или метельчатые соцветия, к которой относятся спиреи японская, Бумальда, Дугласа, Биллиарда, иволистная и некоторые другие. В бордюрах, живых изгородях и группах на газоне они поддерживают цветение в течение от одного до трех месяцев. В то же время наступает цветение чубушников венечного, а позже – крупноцветкового и Лемуана.

С июля до сентября в саду цветет гортензия древовидная, белые или зеленоватые шапки соцветий которой постепенно превращаются в декоративные сухоцветы и продолжают украшать сад даже зимой. Такой же длительный период цветения имеет буддлея Давида, привлекающая внимание яркими розовыми и малиновыми соцветиями. Ближе к августу наступает пора цветения гортензии метельчатой, роскошные белые и розовые конические соцветия которой украшают сад до начала осени.

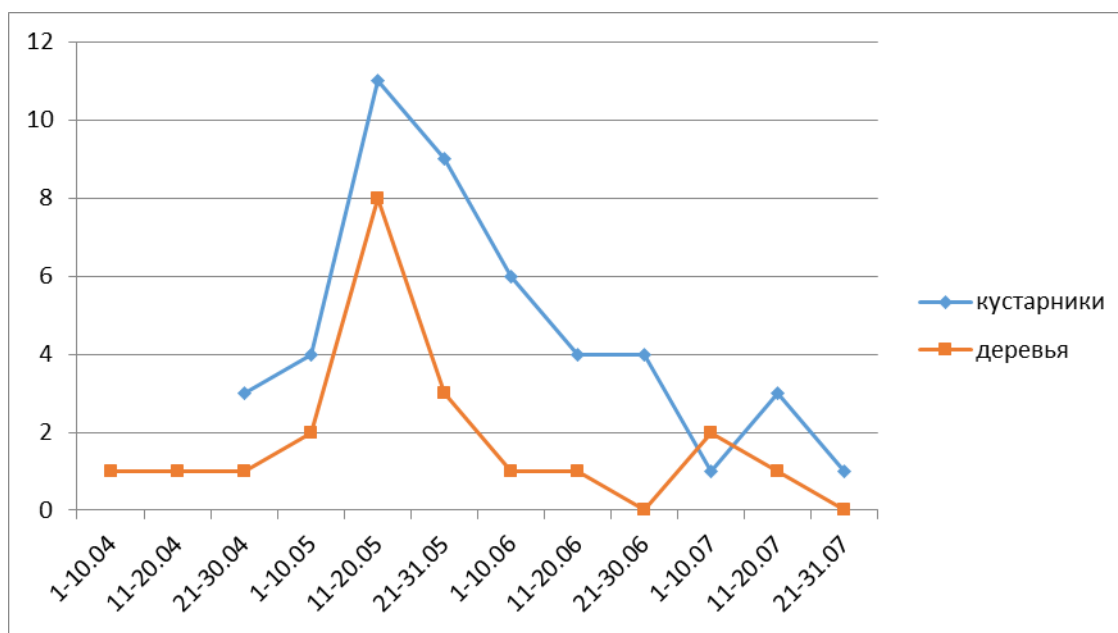
Всего для создания композиций непрерывного цветения было предложено использовать 21 вид декоративных деревьев и 45 видов кустарниковых растений. Анализ предлагаемого ассортимента красивоцветущих древесно-кустарниковых растений позволил определить доминирующую окраску растений в период массового цветения, а также определить продолжительность и сроки начала цветения большинства декоративных растений.



**Рисунок 1 – Распределение красивоцветущих кустарников по окраске цветков**

Анализ преобладающей окраски цветения показал, что половина видов предложенного ассортимента растений имеет белую или жел-

тую окраску соцветий. Более трети растений различные оттенки розового и ярко розового цвета. Незначительную долю составляют растения с лиловой, сиреневой и фиолетовой окраской соцветий.



**Рисунок 2 – Распределение красивоцветущих древесно-кустарниковых растений по началу сроков цветения**

Анализ сроков цветения древесно-кустарниковых растений позволяет сделать вывод, что первыми, с первой декады апреля зацветают древесные растения (гамамелис японский, клен сахаристый). Первые цветущие кустарниковые растения можно увидеть только в последних числах апреля – начале мая.

Для этого периода характерно начало цветения форзиции европейской и форзиции овальной. Начало цветения большинства и древесных и кустарниковых видов отмечено во второй и третьей декадах мая, пик, цветения которых приходится на май и июнь месяц.

Также некоторый подъем в цветении можно увидеть в первой – второй декаде июля, что объясняется началом цветения растений, обильно цветущих во вторую половину лета и начало осени.

Таким образом, благодаря подобранному ассортименту декоративных видов с различными сроками цветения, на территории ландшафтного объекта создается полноценная коллекция растений, состоящая из различных композиций деревьев и кустарников, цветущих с ранней весны до поздней осени.

## **ПРИЕМЫ ЛАНДШАФТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ АГРОУСАДЬБЫ**

Термин «agriturismo» появился в Италии, и рассматривали его с самого начала в качестве дополнения к сельскохозяйственной деятельности. На первых этапах развития сельского туризма предполагалось, что размещение туристов будет непрофильной деятельностью для крестьян и лишь несколько укрепит финансово-экономическое положение без больших инвестиций.

В последние десятилетия XX века наблюдались две тенденции, которые дали толчок развитию агроэкотуризма.

Первая – невероятно быстрый рост количества путешествующих людей, в результате чего туризм из мало значимой сферы экономической деятельности превратился в одну из крупнейших и прибыльнейших индустрий мира.

Вторая – распространение идей охраны окружающей среды, которые стали неслыханно популярны среди представителей цивилизации, особенно западной. Данная идея коснулась так же и сознания туристов.

В конце XX века возникает спрос на виды туризма, альтернативные массовому, – всякого рода «зеленые» путешествия. Согласно различным статистическим данным, экопутешествия занимают от 7 до 20% в общем объеме поездок. Темпы их роста огромны – 30% в год.

Беларусь пока «terra incognita» на туристической карте мира. Причин тому несколько: недооценка Беларуси как туристического направления; отсутствие серьёзного отношения к туризму как бизнесу; отсутствие рекламы; некоторая обделенность традиционными туристическими ресурсами. Но Беларусь обладает другим видом туристического потенциала: нетронутая природа, красивые пасторальные сельские пейзажи и гостеприимные люди.

Для развития агроэкотуризма в Беларуси всегда был значительный потенциал: 20 тысяч рек, 10 тысяч озер, 36% территории – леса, 7% – национальные парки.

В настоящее время агроэкотуризм в Беларуси является «живой лабораторией» для многих инновационных идей и начинаний. Успех их во многом зависит от слаженной работы всех заинтересованных

партнеров и, помимо этого, условий внешней среды. У Беларуси есть шанс стать страной агроэкотуризма как для своих граждан, так и для граждан других государств.

Размещение сельскохозяйственных угодий и подсобного хозяйства задает структуру участка. Расположение хозяйственных блоков должно способствовать созданию максимально благоприятных условий ведения и развития подсобного хозяйства, с обеспечением возможности отдыха.

Территорию агроусадьбы условно можно разграничить на такие зоны, как:

- Входная зона. По сути, это парадная зона перед въездом в дом, которая требует тщательного оформления, ведь она послужит визитной карточкой агроусадьбы, то есть будет выполнять репрезентативную функцию.

- Подъездные дорожки, стоянка или гараж. Они должны быть рассчитаны на максимум гостей, которые смогут к вам приехать.

- Хозяйственная зона – сюда входят различные постройки хозяйственного назначения.

- Внутренний дворик. Эта площадка, примыкающая к дому, на которую часто выносят дачную мебель, устанавливают фонтан, цветник или садовые скульптуры. Также желательно, чтобы эта зона была отдельно освещена в вечернее время.

- Огород – несколько грядок хотя бы для стандартного набора овощей и трав;

- Плодовый сад;

- Площадка для шашлыков или барбекю;

- Детская игровая площадка;

- Спортивная зона;

- Рекреационная зона;

- Водоём;

- Баня.

На основе действующих норм рекомендуется проектировать и строить следующие виды помещений, связанных с содержанием животных и птицы, для хранения кормов (от 1 до 5 м<sup>2</sup>), для хранения инвентаря.

На территории агроусадьбы возможно создание настоящего контактного зоопарка, в котором могут содержаться разнообразные животные: овцы, бараны, лошади и другие. За всеми животными необходимо осуществлять тщательный уход, они должны быть привиты, здоровы, правильно накормлены. На территории зоопарка и в во-

льерах должны быть соблюдены все санитарно-гигиенические нормы, а воздух всегда оставаться чистым и свежим.

Иногда в хозяйственные постройки включают устройство погреба. Он располагается в конце участка и должен быть обеспечен хозяйственным проездом. Также на участке может располагаться отдельно туалет (он либо блокируется к хозяйственным постройкам, либо располагается отдельно на отдалении от жилого дома). На участке также может быть силосная яма, помещение для хранения дров.

Следует обеспечивать благоприятные санитарно-гигиенические условия и пожарную безопасность при экономичном и рациональном использовании территории хозяйственной зоны. Расстояние от веранд и стен дома с окнами из жилых комнат до хозяйственных построек и гаража необходимо принимать не менее 7 м. Санитарные разрывы от отдельно стоящих построек для скота и птицы до жилого дома должны составлять не менее 15 м. Помимо соблюдения санитарных разрывов, рекомендуется высаживать зеленые насаждения между жилым домом и хозяйственной зоной.

Гараж рекомендуется размещать ближе к въезду на участок, он может быть выделен в отдельную постройку, либо блокироваться с домом, либо хозяйственными постройками. Рекомендуется строить жилой дом и надворные постройки как единое сооружение одного стилового характера с применением одних и тех же строительных материалов, главным образом местных. Жилой дом на участке располагают на расстоянии не менее 6 м от красной линии. Хозяйственные постройки чаще всего размещают с тыльной стороны дома. Дополнительные удобства создает прямая связь кухни с хозяйственными строениями и огородом. Планируя размещение зеленых насаждений, следует учитывать, что деревья надо сажать с учетом допустимого расстояния от жилых построек и электрической сети: от стен зданий не менее 4-5 м, от электросети 2 м и от проезжей части дорог 1-1,5 м; кустарники во всех случаях рекомендуется размещать на расстоянии 1-1,5 м.

Таким образом, агротуризм или сельский туризм – это вид отдыха, который сконцентрирован на сельских территориях. В Беларуси он приобретает всё большую популярность с каждым годом, а потому растёт и востребованность такой услуги.

Агротуризм предоставляет гостям целый комплекс услуг, включающих проживание, отдых, питание, экскурсионное обслуживание, а также организацию досуга. Эта сфера ориентирована на использова-

ние природных и исторических ресурсов загородной местности для создания полноценного туристического продукта.

Агротуризм может иметь разные формы, однако такой тип отдыха всегда подразумевает съём жилья. Агроусадьба представляет собой полноценное домашнее хозяйство, которое становится базой для ночлега. Помимо этого, посещение агроусадьбы может включать в себя дополнительные экскурсионные программы, такие как: прогулки верхом, езда на велосипедах, экомаршруты, сбор грибов и ягод, охота и рыбалка, и прочее.

Проект агроусадьбы подразумевает обустройство полноценного фермерского хозяйства, которое часто знакомит гостей с народной культурой и прикладным искусством, а также местными обычаями.

Существует несколько типовых моделей агроусадоб:

- Усадьба или ферма, где гости проживает вместе с хозяином, который живет в отдельной комнате с удобствами;
- Апартаменты, которые входят в целый комплекс зданий, расположенных на территории агрохозяйства;
- Аренда целого дома или коттеджа без хозяина;
- Номер в сельской гостинице;
- Размещение в историческом здании;
- Размещение в палаточном городке;
- Размещение в коттеджах, которые стилизованы под традиционное жилище, но оборудованы всеми удобствами;
- Разные комбинации вышеперечисленных форм.

Разумеется, каждый тип агроусадьбы отличается своей спецификой и своими особенностями, а потому требует индивидуального подхода.

Кроме того, разработка проекта агроусадьбы будет включать в себя разные этапы работ, в зависимости от того, берётся за основу уже готовое здание, или его необходимо отстроить с нуля с подведением всех необходимых инженерных коммуникаций.

Агроусадьбы также подразделяются на типы, в зависимости от уровня предлагаемого комфорта: они могут представлять собой, как обычные летние дома для отдыха в деревне, так и коттеджи высокой степени эстетики с современным оборудованием.

Важно помнить, что участок земли, на котором будет располагаться агроусадьбы, это не просто территория для размещения разрозненных элементов. Все строения должны располагаться продуманно, с учетом расположения местной растительности и деревьев. Помимо обустройства дома, важно спланировать размещение дорожек и посадку древесно-кустарниковых и цветочно-декоративных растений.

К.В. Зенюк, асп.;  
В.А. Ярмолевич, доц., канд. биол. наук  
(БГТУ, г. Минск);  
С.В. Пантелеев, вед. науч. сотр., канд. биол. наук;  
А.В. Падутов, науч. сотр.  
(Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель);  
О.Ю. Баранов, академик-секретарь, д-р биол. наук  
(НАН Беларуси, г. Минск)

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ ГРИБОВ – ФАКУЛЬТАТИВНЫХ ПАРАЗИТОВ НА КОРНЯХ САМОСЕВА И СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

Факультативные (условные) паразиты, или полусапротрофы, ведут большую часть времени сапротрофный образ жизни, т. е. питаются в основном за счет мертвого органического субстрата. К паразитизму они переходят при наличии соответствующих условий, поражая преимущественно ослабленные различными причинами растущие деревья.

Наиболее часто в классической литературе по лесной фитопатологии в качестве патогенных или условно-патогенных грибов на корнях молодых растений рассматриваются грибы из родов *Fusarium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia* и др., вызывающие инфекционное полегание сеянцев. Реже на корнях обнаруживаются фитопатогенные виды *Rosellinia quercina* Hart. (вызывает гниль корней сеянцев), а также *Rhizoctonia solani* Kuhn. (возбудитель ризоктониоза многих видов растений) и некоторые другие [1, 2]. С развитием современных методов ДНК-анализа появилась возможность уточнять видовой состав микобиоты растений на качественно новом уровне, проводить раннюю диагностику болезней посадочного материала и идентификацию их возбудителей, в том числе и факультативных паразитов [3].

Для исследования патогенной микофлоры корней отбирались образцы растений *Pinus sylvestris* L. возрастом 1–3 года под пологом леса (самосев) и в лесных питомниках (сеянцы) на следующих объектах, расположенных во всех 3-х геоботанических подзонах [4]: Негорельский, Полоцкий учебно-опытные лесхозы; Речицкий опытный, Воложинский, Осиповичский опытный, Узденский лесхозы; Двинская, Жорновская, Корневская экспериментальные лесные базы Института леса НАН Беларуси.

Для анализа условно-патогенной микофлоры у хорошо развитых растений было отделено 172 фрагмента асимптоматичных корневых систем длиной 1–5 мм каждый. Они промывались дистиллированной



водой и поверхностно стерилизовались кратковременным погружением в 70% этанол. Идентификация грибных организмов осуществлялась при помощи фрагментного ДНК-анализа. Получение препаратов ДНК осуществлялось с использованием СТАВ-метода [5].

Диагностика микобиома корней проводилась на основании амплификации региона рДНК (18S рРНК-ВТС1-5,8S рРНК) с праймерами ITS1F – 5'-СТТGGTCATTTAGAGGAAGTAA-3', ITS2 (меченный) – 5'- FAM-GCTGCGTTCTTCATCGATGC-3'. Нуклеотидные последовательности верифицировались в генном банке данных NCBI [6].

Основные результаты анализа приведены в таблице.

**Таблица – Сравнительный анализ видового состава патогенных микромицетов на корнях самосева и семян сосны обыкновенной, %**

Виды грибов	Самосев		Сеянцы	
	встречаемость	средняя доля участия в микобиоме	встречаемость	средняя доля участия в микобиоме
<i>Apiospora arundinis</i>	9,1	0,95	–	–
<i>Coniochaeta sp.</i>	–	–	4,3	1,05
<i>Dactylonectria pauciseptata</i>	4,5	15,09	38,3	5,85
<i>Dactylonectria sp.</i>	–	–	25,5	8,35
<i>Epicoccum nigrum</i>	4,5	5,08	63,8	6,16
<i>Fusarium acuminatum</i>	18,2	2,94	6,4	4,64
<i>Fusarium equiseti</i>	4,5	6,27	6,4	1,33
<i>Fusarium oxysporum</i>	–	–	40,4	5,12
<i>Fusarium sp.</i>	9,1	7,61	12,8	3,52
<i>Nemania serpens</i>	–	–	2,1	4,61
<i>Peniophora sp.</i>	13,6	8,32	–	–
<i>Phoma sp.</i>	9,1	1,38	–	–

Таким образом, в результате ДНК- анализа микобиоты корневых окончаний самосева и семян сосны обыкновенной нами было выявлено 12 видов патогенных микромицетов.

Наибольшую представленность в микобиоме корневых окончаний самосева сосны обыкновенной (под пологом леса) имел гриб *Fusarium acuminatum*, а также не имеющий полного таксономического описания вид *Peniophora sp.* Среди распространенных факультативных паразитов корней семян сосны в лесных питомниках следует отметить грибы *Epicoccum nigrum*, *Fusarium oxysporum*, *Dactylonectria pauciseptata*.

В целом количество обнаруженных условно-патогенных видов на сеянцах в питомнике было больше на одну единицу, чем на растениях под пологом леса. При этом среднее количество условно патогенных видов на 1 растение самосева под пологом леса составило 0,7,

в то же время на одну единицу посадочного материала – 2,0. Максимум видов грибов-полусапротрофов на корнях одного и того же растения также был зафиксирован нами в питомниках – 4 ед. (против 3-х на самосеве).

Ниже приведены имеющиеся в литературе краткие сведения о патогенных грибах, идентифицированных нами на корнях сосны.

Гриб *Apiospora arundinis* в мировой литературе описан как вид, который вызывает черную пятнистость листьев *Poligonatum cyrtonema* [7]. *Dactylonectria pauciseptata* описан, как вид, способный вызывать черную корневую гниль клубники [8]. Нет сведений об их распространенности и вредоносности на лесных древесных видах.

Вид *Epicoccum nigrum* – широко распространен, часто встречается на плодах растений и плодовых телах грибов, но вместе с тем является возбудителем болезней значительного числа сельскохозяйственных и лесных видов растений. В Беларуси вид описан как патоген посадочного материала в питомниках, который может существовать сапротрофно на протяжении длительного периода и присутствовать как эндофит в тканях здоровых растений [9].

Грибы рода *Fusarium* в литературе встречаются как распространенные возбудители болезней растений. На лесных древесных видах чаще упоминается гриб *Fusarium oxysporum*, он вызывает фузариоз или полегание всходов и сеянцев. В мире такие виды, как *Fusarium equiseti* и *Fusarium acuminatum*, описаны как патогены сельскохозяйственных культур [1, 10, 11].

*Phoma sp.* – вид из числа широко распространенных почвенных микромицетов, проявляющих патогенные свойства по отношению к широкому кругу сельскохозяйственных и лесных видов растений. В лесных питомниках грибы рода *Phoma* вызывают фомоз посадочного материала [12]. В настоящее время выявленный нами вид *Phoma sp.* не имеет полного названия и таксономического описания.

Таким образом, в лесных питомниках имеется большой потенциал возникновения болезней растений по сравнению с типичными лесными условиями, что вероятно обусловлено существенным антропогенным влиянием на среду обитания растений.

Наиболее часто на корнях встречаются факультативные паразиты из родов *Fusarium*, *Phoma*, а также вид *Epicoccum nigrum* и некоторые другие, роль которых в патологии древесных растений следует уточнить.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федоров Н. И. Лесная фитопатология. – Минск: БГТУ, 2004. – 462 с.
2. Семенкова И. Г., Соколова Э. С. Фитопатология: учебник для

студ. ВУЗов – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 480 с.

3. Баранов О. Ю. [и др.] Молекулярно-генетическая диагностика болезней в лесных питомниках / Лесное и охотничье хозяйство. – 2012. – №6. – с. 21–29.

4. Юркевич И. Д., Гельтман В. С. География, типология и районирование лесной растительности Белоруссии – Минск: Институт экспериментальной ботаники и микробиологии АН БССР, 1965. – 286 с.

5. Падутов В. Е., Баранов О. Ю., Воропаев Е. В. Методы молекулярно-генетического анализа. – Минск: Юнипол, 2007. – 176 с.

6. National Center for Biotechnological Information, NCBI [Electronic resource]. URL: [http:// www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov) (accessed: 14.09.2015).

7. Liao J. [et al.]. First Report of *Apiospora arundinis* Causing Leaf Spot on *Polygonatum cyrtonema* Hua in China / Plant Dis., 2022. – 104:1058. Doi: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS-08-23-1580-PDN>.

8. Manici L. M. [et al.]. Involvement of *Dactylonectria* and *Ilyonectria* spp. in tree decline affecting multi-generation apple orchards / Plant and Soil, 2018. – 425(1–2). – DOI: 10.1007/s11104-018-3571-3.

9 Ярмолович В. А. [и др.]. Эпикоккоз в лесных питомниках Беларуси / Наука – инновационному развитию лесного хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 85-летию Ин-та леса НАН Беларуси, Гомель, 11–13 нояб. 2015 г. – Гомель, 2015. – С. 264–266.

10. Goswami, R. S., Kistler, H. C. Heading for disaster: *Fusarium graminearum* on cereal crops / Molecular Plant Pathology. – 5 (6): 2004. P. 515–525.

11. Lestie, L. F., Summerell, B. A. The Fusarium Laboratory Manual (first ed.). – Blackwell Publishing, 2006. – 369 p.

12. Ярмолович В. [и др.] Фомоз посадочного материала в лесных питомниках / Лесное и охотничье хоз-во. – 2013. – № 3. – С. 18–24.

*Работа выполнена при поддержке БРФФИ, грант № Б22-002.*

УДК 577.212:632.4

Л.О. Иващенко, асп., мл. науч. сотр. (БГТУ, г. Минск,  
Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель);

О.Ю. Баранов, академик-секретарь, д-р биол. наук  
отделения биологических наук (НАН Беларуси, г. Минск);

С.В. Пантелеев, зав. лабораторией, канд. биол. наук  
(Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель);

П.В. Кирьянов, мл. науч. сотр. (Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель)

### **ПЦР-ДИАГНОСТИКА INA-МАРКЕРА В ПАТОСИСТЕМЕ *FUSARIUM SPP.–PINUS SYLVESTRIS L.***

Все растения по устойчивости к низким температурам можно разделить на две большие группы: холодостойкие – теплолюбивые растения и растения умеренной зоны, способные выживать в условиях низких положительных температур; морозоустойчивые – растения, способные переносить температуру ниже 0 °С, т.е. способны выживать при заморозках. Когда температура падает до точки замерзания, из жидкой воды в растительных клетках образуются кристаллы льда, и в результате расширения ткани растения разрываются, делая их более восприимчивыми к проникновению различных патогенных организмов [1].

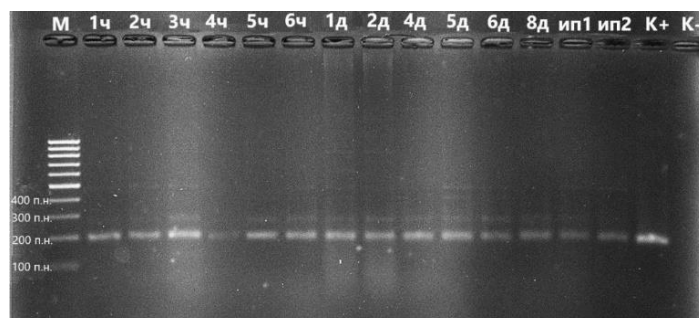
Было доказано, что в процессах образования льда на поверхности и внутри клеток растений участвуют льдонуклеирующие, или INA-бактерии, представляющие собой группу бактерий, способных катализировать образование льда при низкоположительных температурах [2]. Эту способность они приобрели благодаря наличию активного гена льдонуклеации (*ina*), который кодирует белок зародышеобразования льда [3]. Образующиеся внутри или на поверхности растений, чувствительных к морозу, кристаллы льда быстро распространяются как межклеточно, так и внутриклеточно, вызывая механическое разрушение клеточных мембран. Такие разрушения обычно приводят к увяданию и повышают риск проникновения патогенных организмов внутрь растения [4]. На сегодняшний день идентифицировано около десятка видов INA-бактерий, выделенных преимущественно с поверхности растений. Они распространены среди трех отрядов гамма-протеобактерий и включают такие виды как *Pseudomonas syringae*, *P. fluorescens*, *Pantoea agglomerans* и *Xanthomonas campestris* [5].

Целью данной работы являлась выявление генетического материала INA-бактерий в образцах инфицированных растительных тканей семян сосны обыкновенной, характеризующихся признаками инфекционного полегания, путем проведения ПЦР-амплификации гена *ina*. В рамках проведенных исследований нами был произведен по-

сев семян сосны обыкновенной в почву, собранную на лесных питомниках Чечерского и Дисненского лесхозов в местах протекания инфекционного полегания сеянцев в мае–июне 2023 г. Семена проращивались в контролируемых условиях при температуре 22 °С и относительной влажности воздуха 60%. После прорастания семян с целью инициации появления симптомов инфекционного полегания сеянцев сосны обыкновенной нами были искусственно созданы условия околоулевых температур – проростки сосны обыкновенной несколько дней хранились в холодильнике при температуре 4 °С. После появления симптомов полегания (истончение и побурение стебелька, у большинства сеянцев верхинки остались в семенных колпачках из-за ослабления тургора в растениях), сеянцы изымали из почвы для дальнейшей экстракции ДНК.

С целью выявления последовательности гена *ina* полученные препараты суммарной ДНК амплифицировали с использованием пары праймеров 3308f/3463r [6] при следующих условиях ПЦР: начальная стадия денатурации при 95 °С в течение 4 мин с последующими 35 циклами – денатурация при 94 °С 30 с, отжиг праймеров 58 °С 30 с и элонгация при 72 °С 1 мин с финальной элонгацией при температуре 72 °С в течение 5 мин. При этом размер получаемых продуктов амплификации должен соответствовать значению 194 п.н. [6].

Положительный контрольный образец был представлен INA+ штамм *P. syringae*, отрицательный контроль – амплифицируемой смесью с деионизированной водой. Также для наглядности получаемых данных дополнительно были амплифицированы образцы сеянцев сосны, характеризующиеся признаками инфекционного полегания, собранные в июне 2023 г. Результаты ПЦР-анализа представлены на рис.



**Рисунок – Результаты амплифицирования проростков сосны, характеризующихся симптомами инфекционного полегания: М – маркер молекулярного веса; 1ч–6ч – образцы проростков сосны на почве из Чечерского лесхоза; 1д–2д, 4д–6д, 8д – образцы проростков сосны на почве из Дисненского лесхоза; ип1, ип2 – образцы инфекционного полегания из Хойникского лесхоза; K+ – положительный контроль (бактерия *P. syringae*); K– – отрицательный контроль**

Исходя из рис. 1 видно, что во всех образцах, за исключением образца № 4ч, наблюдается наличие специфических продуктов ПЦР-амплификации размером примерно 200 п. н. — это свидетельствует о наличии бактерий с геном *ina* в экспериментальном материале.

Таким образом, в результате проведенных тестов *in vitro* по выявлению INA-бактерий в образцах сосны обыкновенной, характеризующихся признаками инфекционного полегания в 11 из 12 экспериментальных проб, нами был выявлен генетический материал бактерий, обладающих льдонуклеирующей способностью.

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что на начальной стадии протекания инфекционного полегания в ослаблении молодых растений сосны могут принимать участие INA-бактерии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Nejad P. et al. Biochemical characterization and identification of ice-nucleation-active (INA) willow pathogens by means of BIOLOG® MicroPlate, INA gene primers and PCR-based 16S rRNA-gene analyses/ Biochemische Charakterisierung und Identifizierung Eiskristalle bildender (INA) Weidenpathogene mittels BIOLOG® MicroPlate, INA-Gen-Primern und PCR-basierter 16S rRNA-Analysen // Journal of Plant Diseases and Protection. — 2006. — P. 97–106.

2. Waturangi D. E., Tjhen A. Isolation, characterization, and genetic diversity of ice nucleation active bacteria on various plants // HAYATI Journal of Biosciences. — 2009. — Vol. 16 (2). — P. 54–58.

3. Oktiningtyas L. Y., Susilowati A., Setyaningsih R. Molecular identification of ice nucleation active (INA) bacteria causes of frost injury on potatoes crops (*Solanum tuberosum* L) in Wonosobo, Dieng plateau // AIP Conference Proceedings. — 2018. — Vol. 2014 (1). — 7 p.

4. Lindow S. E. The role of bacterial ice nucleation in frost injury to plants // Annual review of phytopathology. — 1983. — Vol. 21 (1). — P. 363–384.

5. Hill T. C. J. et al. Measurement of ice nucleation-active bacteria on plants and in precipitation by quantitative PCR // Applied and environmental microbiology. — 2014. — Vol. 80 (4). — P. 1256–1267.

6. Nejad P., Ramstedt M. Presence of quorum-sensing-mediated gene regulation in pathogenic ice-nucleation-active (INA) bacteria // World Journal of Microbiology and Biotechnology. — 2006. — Vol. 22. — P. 1373–1375.

В.М. Каплич, проф., д-р биол. наук;  
О.В. Бахур, доц., канд. биол. наук (БГТУ, г. Минск);  
А.А. Моложавский, канд. биол. наук (РГОО «БООР», г. Минск)

## ПАЗАРИТОЦЕНОЗЫ БЛАГОРОДНОГО ОЛЕНЯ В ВОЛЬЕРАХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОЙ ПОДЗОНЫ БЕЛАРУСИ

В результате проведенных исследований у благородного оленя при вольерном содержании в северной лесорастительной подзоне Беларуси выявлены эймерия (*Eimeria* sp.) из класса Sporozoa и гельминты 10 видов (*Parafasciolopsis fasciolaemorpha*, *Parafasciolopsis ichikawai*, *Trichocephalus skrjabini*, *Strongiloides papillosus*, *Nematodirus filicollis*, *Nematodirus spathiger*, *Moniezia benedeni*, *Hemonchus contortus*, *Dictyocaulus eckerti*, *Gongylonema pulchrum*, *Mecistocirus digitatus*), относящихся к 2-м классам (Trematoda, Nematoda). Богат в видовом отношении в гельминтоценозе класс нематод – 9 видов.

Наиболее широко распространенными гельминтозами у благородного оленя являются мецистоцирроз и диктиокаулез, зараженность возбудителем которых достигает 77,8 % и 59,6 % соответственно. Из других гельминтозов высока экстенсивность трихоцефалезной и стронгилоидозной инвазий – 14,4 % и 9,6 % соответственно. Реже встречались *Nematodirus filicollis* (ЭИ 1,9 %, ИИ 1-3 экз./особь), *Moniezia benedeni* (ЭИ 1,9 %, ИИ 1-3 экз./особь), *Gongylonema pulchrum* (ЭИ 1,9 %, ИИ 1-3 экз./особь) и *Hemonchus contortus* (ЭИ 0,9 %, ИИ 1-2 экз./особь).

На основании исследований 4 добытых благородных оленей из 4 биотопов установлено, что в данном регионе у благородного оленя преобладают желудочно-кишечные гельминты. Доминировали в исследуемых биотопах *Dictyocaulus eckerti*, *Mecistocirus digitatus* и *Trichocephalu skrjabini*. Основными очагами гельминтозной инвазии, по данным наших исследований, следует считать бор сложный и кустарники (зарастающие земли с.-х. пользования).

Установлено, что видовой состав гельминтов в демонстрационном вольере был более чем в 3 раза беднее, чем в охотничьем вольере (3 и 10 видов паразитов, соответственно). Только два вида нематод – *Dictyocaulus eckerti* и *Mecistocirus digitatus* – зарегистрированы у благородного оленя в обоих типах вольеров. Среднее значение экстенсивности инвазии гельминтами в демонстрационном вольере более чем в 3,5 раза выше, чем в охотничьих вольерах. По-видимому, это связано со средней плотностью животных на гектар (4,0 и 0,3 особей/га соответственно). Сравнительный анализ зараженности благородного оленя гельминтами, зарегистрированными в обоих типах вольеров, показал, что экстенсивность инвазии *Dictyocaulus eckerti* жи-

вотных в 1,3 раза выше в охотничьем вольере, в то время как зараженность нематодой *Mecistocirus digitatus* держится примерно на одном уровне.

При испытании на опытных площадках антгельминтиков установлено, что фенбендазол в лекарственной форме отечественного препарата *тимбендазола* в дозе 50 мг/кг, а также новый препарат «Эприновет» в дозе 20 мг/кг массы животного при скормливания с зерновой смесью однократно групповым способом при диктиокаулезе, мецистоцирозе у благородных оленей показал 90–93 %-ную терапевтическую эффективность.

УДК 616.002.951:636.082.14(476)

В.М. Каплич, проф., д-р биол. наук;  
Т.Я. Мяцова, доц., канд. ветерин. наук;  
О.В. Бахур, доц., канд. биол. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## ПАРАЗИТОЦЕНОЗЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЛАНИ В ВОЛЬЕРАХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОЙ ПОДЗОНЫ БЕЛАРУСИ

В результате проведенных исследований у европейской лани (таблица) при вольерном содержании в северной лесорастительной подзоне Беларуси выявлены эймерия (*Eimeria* sp.) из класса Sporozoa и гельминты 6 видов (*Trichocephalus* sp., *Strongyloides papillosus*, *Nematodirus spathiger*, *Nematodirus filicollis*, *Dictyocaulus eckerti*, *Mecistocirus digitatus*), относящихся к классу Nematoda. Богат в видовом отношении в гельминтоценозе класс нематод – 6 видов.

**Таблица – Показатели экстенсивности и интенсивности протозоозной и гельминтозной инвазий европейской лани при вольерном содержании в северной лесорастительной подзоне Беларуси (N = 132)**

№ п/п	Вид	Количество зараженных животных	Экстенсивность инвазии (%)	Интенсивность инвазии, min-max
Класс Sporozoa, Leuckart, 1879		ооцист/1 г фекалий		
1	<i>Eimeria</i> sp.	8	6,0	1-8
Класс Nematoda, Rudolphi, 1808		экз./особь		
2	<i>Trichocephalus</i> sp.	8	6,0	2-8
3	<i>Strongyloides papillosus</i>	10	7,5	1-9
4	<i>Nematodirus spathiger</i>	9	6,8	2-10
5	<i>Nematodirus filicollis</i>	7	5,3	1-6
6	<i>Dictyocaulus eckerti</i>	83	62,8	13-56
7	<i>Mecistocirus digitatus</i>	73	55,3	4-48

Наиболее широко распространенными гельминтозами у европейской лани являются диктиокаулез и мецистоцироз, зараженность



возбудителем которых достигает 62,8 % и 55,3 % соответственно. Из других гельминтозов высока экстенсивность стронгилоидозной (ЭИ 7,5 %, ИИ 1-9 экз./особь) и нематодирозной (ЭИ 6,8 %, ИИ 2-10 экз./особь) инвазии. Реже встречались эймерии (ЭИ 6,0, ИИ 1-8 экз./особь).

Основными очагами гельминтозной инвазии, по данным наших исследований, следует считать бор сложный и кустарники (зарастающие земли сельскохозяйственного пользования).

При испытании на опытных площадках антгельминтиков установлено, что фенбендазол в лекарственной форме отечественного препарата *тимбендазола* в дозе 50 мг/кг, а также новый препарат «Эприновет» в дозе 20 мг/кг массы животного при скармливании с зерновой смесью однократно групповым способом у европейской лани показал 90–92 %-ную эффективность при трихоцефалезе, диктиокаулезе и мецистоцирозе.

УДК 528.7

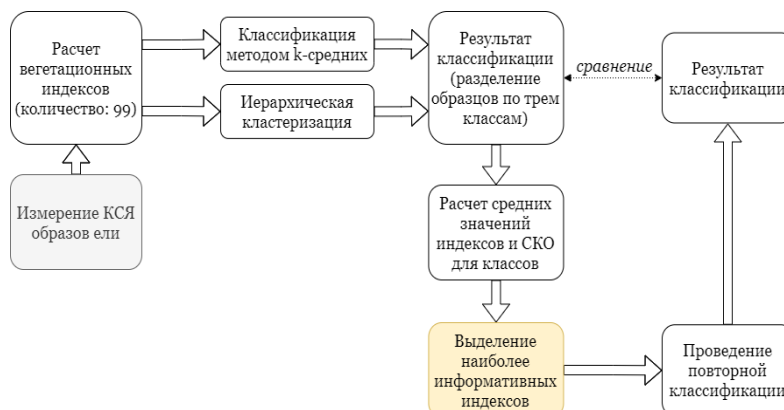
Л.В. Катковский, зав. лабораторией, д-р. физ.-мат. наук;  
А.О. Мартинов, науч. сотр.; О.О. Красовская, науч. сотр.;  
Г.С. Литвинович, науч. сотр.  
(НИИПФП им. А. Н. Севченко БГУ, г. Минск)

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ДАННЫХ АВИАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОЧАГОВ УСЫХАНИЙ**

Исследование обнаружений усыхания хвойных лесов на ранней стадии является актуальной проблемой ввиду наблюдаемого в последние годы массового усыхания хвойных лесов по причине изменений климата и распространения древесных вредителей. В работе представлена методика классификации полетных спектральных измерений хвойных лесов (основной вид – Ель Обыкновенная, *Picea abies*) по трем классам состояния хвои: здоровое дерево (с зеленой хвоей и без повреждений ствола, не инфицированное жуком-короедом), дерево в состоянии стресса (с зеленой хвоей, но с признаками инфицирования жуком-короедом), больное дерево (с пожелтевшей и осыпающейся хвоей и другими признаками болезни дерева).

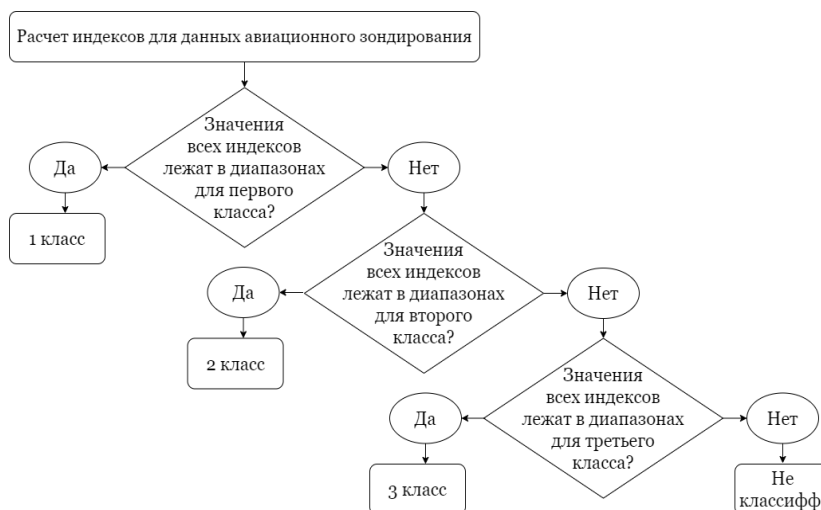
Образцы хвои всех трех категорий собирались в лесах Минской области в присутствии специалиста-лесопатолога и транспортировались в лабораторию, где проводилось измерение коэффициентов спектральной яркости образцов хвои на специально созданной установке [1]. Далее проводился поиск наиболее информативных вегетационных

индексов из описанных в литературе по алгоритму, представленному на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Алгоритм определения наиболее информативных вегетационных индексов**

Было выявлено, то наиболее информативными являются следующие индексы: TVI, NDVI, SR800/500, SR800/635, ND790/670, SR800/675, SR800/650, ND800/675, ND800/650, ND800/500, SR800/470, ND800/635, ND800/470 (обозначения: SR-spectral ratio, ND – normalized difference, затем длины волн в нм). Были выявлены диапазоны значений найденных информативных индексов для трех выделяемых классов состояния образцов хвои. Классификатор, построенный по диапазонам значений данных индексов, (рисунок 2) является более надежным в сравнении с результатом визуальной оценки состояния образцов хвои.



**Рисунок 2 – Классификатор на основе значений индексов**

При использовании классификатора для данных авиационных измерений, для коэффициентов спектральных яркостей (КСЯ) поверхности, измеренных в процессе полетного эксперимента, рассчитываются названные вегетационные индексы, а затем проводится их

классификация по диапазонам значений индексов, соответствующим одному из трех выделяемых классов. Такой метод классификации позволяет также отделить поверхности, не являющиеся хвойными деревьями. Погрешность, рассчитываемая как процент от общего числа спектров, отнесенных к разным классам по разработанному методу и по методу классификации без обучения, составляет 10,1%.

Примеры отнесенных к каждому из классов поверхностей при полетных измерениях представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Примеры классифицированных областей:  
а) – класс 1; б) – класс 2; в) – класс 3

Таким образом, разработанный метод классификации хвой Ели обыкновенной позволяет детектировать усыхание хвой на ранних этапах и может применяться для анализа дистанционных спектральных измерений с высоким спектральным разрешением отдельных хвойных деревьев, когда хвоя дерева является преимущественным объектом в поле зрения спектрометра.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гониофотометр для измерения коэффициентов спектральной яркости и спектров пропускания / И. И. Бручковский, О. О. Силук, Г. С. Литвинович, А. А. Ломако, В. В. Станчик, С. И. Гуляева // Журнал прикладной спектроскопии. – 2021, Т. 88, № 2.

УДК 630\*228:630\*231

Ю.А. Киреева, науч. сотр.  
(ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель)

### **ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ БЕРЕЗИНСКО-ПРЕДПОЛЕССКОГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО ОКРУГА ПОДЗОНЫ ГРАБОВО-ДУБОВО-ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ**

Липа мелколистная представляет особую ценность для мультифункционального лесного хозяйства Республики Беларусь. Она способствует формированию ценных в хозяйственном, экологическом

и экономическом отношении насаждений; является перспективной для выращивания в богатых лесорастительных условиях; в смешанных насаждениях липа выполняет функции подгона, способствуя ускорению роста и улучшению формы ствола главной древесной породы; активно участвует в формировании лесорастительных условий фитоценозов, является мощным эдификатором, трансформирующим фитоклимат и почвенные условия; широко используется в озеленении и медицине; хороший медонос [1-5].

Цель работы – натурное обследование насаждений липы мелколистной Березинско-Предполесского геоботанического округа подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов, установление лесоводственно-таксационных параметров, продуктивности, возобновительной способности.

Объекты исследования – лесные насаждения естественного происхождения с преобладанием в составе липы мелколистной, произрастающие в лесном фонде Слуцкого лесхоза Минского ГПЛХО, Осиповичского опытного лесхоза Могилевского ГПЛХО и Жорновской экспериментальной лесной базы ГНУ «Институт леса НАН Беларуси».

В отобранных лесонасаждениях произведена закладка круговых пробных площадей с последующим сплошным пересчетом деревьев по диаметру (см) и высоте (м); определены площади проекций (м<sup>2</sup>) и протяженность (м) крон, густота их облиствления, протяженность бессучковой зоны ствола (м), санитарное состояние. Для учета естественного возобновления на каждой пробной площади заложено по три круговые площадки постоянного радиуса ( $R = 5$  м).

В исследованных лесонасаждениях отмечено девять древесных видов: береза повислая (*Betula pendula* Roth.), вяз шершавый (*Ulmus glabra*), граб обыкновенный (*Carpinus betulus*), дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), ель европейская (*Picea abies* L.), клен остролиственный (*Acer platanoides* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), осина (*Populus tremula* L.), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.). По количеству особей и запасу древесины на всех пробных площадях доминирующим видом является липа мелколистная. Общий запас стволовой древесины варьирует в пределах от 197 м<sup>3</sup>/га до 384 м<sup>3</sup>/га; липы мелколистной – от 73 м<sup>3</sup>/га до 172 м<sup>3</sup>/га. В таблице 1 представлена лесоводственно-таксационная характеристика объектов исследования.

Для анализа морфологической структуры лесонасаждений изучены следующие параметры: бессучковая зона ствола, протяженность, проекция и густота кроны, санитарное состояние деревьев (таблица 2).

**Таблица 1 – Лесоводственно-таксационная характеристика лесных насаждений липы мелколистной Березинско-Предполесского геоботанического округа подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов**

Площадь такс. выдела, га	Возраст, лет	Состав	$H_{\text{ср}} \pm m_x, \text{ м}$	$D_{\text{ср}} \pm m_x, \text{ см}$	Класс бонитета	Сумма площадей сечений $G, \text{ м}^2/\text{га}$	Полнота	Запас на 1 га, $\text{м}^3$	Тип леса	ТЛУ
Слущкий лесхоз, Жилин-Бродское лесничество, лесн. кв. 3, такс. выд. 8										
4,8	67	3,7Лп2,7Б2,0Е 0,9Д0,6Кл0,1В	17,0 $\pm 2,5$	19,8 $\pm 0,8$	III	22,6	0,83	197	Лп. кис	Д2
Осиповичский опытный лесхоз, Каранское лесничество, лесн. кв. 70, такс. выд. 23										
1,6	70	4,5Лп3,3Ос1,2Кл 0,8Я0,2Д	23,2 $\pm 2,0$	31,0 $\pm 1,5$	I	32,7	0,96	384	Лп. сн	Д3
Жорновская ЭЛБ, Лапичское лесничество, лесн. кв. 200, такс. выд. 10										
0,8	75	3,2Лп3,1Д1,2Г1,0Б 0,8Е0,3Кл0,3В0,1Я	20,5 $\pm 0,9$	24,3 $\pm 1,2$	II	21,3	0,69	228	Лп. кис	Д2

*Примечание.* Б – береза повислая, В – вяз гладкий, Г – граб обыкновенный, Д – дуб черешчатый, Е – ель европейская, Кл – клен остролистный, Лп – липа мелколистная, Ос – осина, Я – ясень обыкновенный.

Протяженность бессучковой зоны ствола варьирует от 4,9 м до 7,3 м. Очищаемость стволов от сучьев в насаждениях отмечена на уровне не ниже 28,9%. Вариабельность по протяженности кроны составила 7,7-10,0 м. Площадь проекций крон варьирует от 16,5  $\text{м}^2$  до 42,3  $\text{м}^2$ . Преобладают деревья с густыми и средней густоты кронами и хорошим санитарным состоянием.

**Таблица 2 – Морфологическая характеристика исследованных лесных насаждений липы мелколистной**

Бессучковая зона ствола		Протяженность кроны		Проекция крон			Густота облиствления крон, % деревьев			Санитарное состояние, % деревьев		
протяженность $\pm m_x, \text{ м}$	% от высоты ствола	протяженность $\pm m_x, \text{ м}$	% от высоты ствола	$S_{\text{ср}}$ проекции кроны $\pm m_x, \text{ м}^2$	сумма проекций крон на пробной площади, га	проективное покрытие, %	густые	средней густоты	редкие	хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное
Слущкий лесхоз, Жилин-Бродское лесничество, лесн. кв. 3, такс. выд. 8												
4,9 $\pm$ 0,3	28,9	7,7 $\pm$ 0,3	45,1	16,5 $\pm$ 2,3	0,1515	120,5	41,3	40,2	18,5	48,9	32,6	18,5
Осиповичский опытный лесхоз, Каранское лесничество, лесн. кв. 70, такс. выд. 23												
7,3 $\pm$ 0,4	31,3	10,0 $\pm$ 0,4	43,3	42,3 $\pm$ 3,5	0,3594	183,0	49,4	33,0	17,6	73,0	23,5	3,5
Жорновская ЭЛБ, Лапичское лесничество, лесн. кв. 200, такс. выд. 10												
6,7 $\pm$ 0,3	32,7	8,7 $\pm$ 0,3	42,5	30,4 $\pm$ 1,6	0,2733	139,2	17,8	56,6	25,6	74,4	25,6	–

**Таблица 3 – Данные учета естественного возобновления  
в исследованных лесных насаждениях липы мелколистной**

Древесная порода	Количество										Характеристика по густоте	
	на пробе 236 м <sup>2</sup> , шт.				на 1 га, шт.							
	мелкий (до 0,5 м)	средний (0,51-1,5 м)	крупный (более 1,5 м)	всего	мелкий (до 0,5 м)	средний (0,51-1,5 м)	крупный (более 1,5 м)	всего	условно крупный	доля участка, %		
1	2	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Слущкий лесхоз, Жилин-Бродское лесничество, лесн. кв. 3, такс. выд. 8 (5,2Е4,8Лп; происхождение – естественное; состояние – жизнеспособный)												
Лп	–	20	12	32	–	849	509	1358	1188	47,6	редкий	
Е	4	36	–	40	170	1528	–	1698	1307	52,4	редкий	
Всего на 1 га:										2495	100,0	средней густоты
Осиповичский опытный лесхоз, Каранское лесничество, лесн. кв. 70, такс. выд. 23 (8,7Лп1,3Я; происхождение – естественное; состояние – жизнеспособный)												
Лп	–	28	168	196	–	1188	7130	8318	8081	86,5	густой	
Я	–	32	4	36	–	1358	170	1528	1256	13,5	редкий	
Всего на 1 га:										9337	100,0	густой
Жорновская ЭЛБ, Лапичское лесничество, лесн. кв. 200, такс. выд. 10 (4,4Кл3,3Г2,3Лп; происхождение – естественное; состояние – жизнеспособный)												
Лп	–	–	52	52	–	–	2207	2207	2207	23,0	средней густоты	
Кл	–	–	100	100	–	–	4244	4244	4244	44,2	средней густоты	
Г	–	8	68	76	–	340	2886	3226	3158	32,8	средней густоты	
Всего на 1 га:										9609	100,0	густой

*Примечание.* Г – граб обыкновенный, Е – ель европейская, Кл – клен остролистый, Лп – липа мелколистная, Я – ясень обыкновенный.

Для анализа репродуктивного потенциала проведено натурное обследование естественного возобновления. Результаты учета подроста в насаждениях липы мелколистной представлены в таблице 3.

Наибольшее видовое разнообразие естественного возобновления и его количество отмечено на пробной площади в Жорновской ЭЛБ – встречается 3 древесных вида в количестве 9609 шт./га. В целом подрост характеризуется как жизнеспособный, густой или средней густоты, происхождение – естественное.

Полученные данные свидетельствуют о достаточной обеспеченности подростом главной древесной породы (исключение – Слущкий лесхоз) и, как следствие, о вполне удовлетворительном естественном возобновлении под пологом исследованных материнских насаждений

Березинско-Предполесского геоботанического округа подзоны грабово-дубово-темнохвойных лесов.

*Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (БРФФИ), договор №Б22М-070.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Юркевич, И. Д. Липняки Белоруссии: Типы, ассоциации, лесохозяйственное значение / И. Д. Юркевич, В. С. Адерихо, В. Л. Дольский. – Минск : Наука и техника, 1988. – 174 с.
2. Pigott, D. Lime-trees and Basswoods: A Biological Monograph of the Genus *Tilia*: 1st ed. / D. Pigott – New York: Cambridge University Press, 2012. – 405 p.
3. Мурахтанов, Е. С. Липа / Е. С. Мурахтанов. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 80 с.
4. Рысин, Л. П. Липовые леса Русской равнины / Л. П. Рысин. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 195 с.
5. COST Action E42: Growing valuable broadleaved tree species / G. Hemery [et al.] // Final Report. – 2008. – 40 p.

УДК 630\*165.3:674.031.632.13

П.С. Кирьянов, науч. сотр.;

С.В. Пантелеев, доц., зав. лабораторией, канд. биол. наук;

Л.В. Можаровская, ст. науч. сотр., канд. биол. наук  
(ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель);

О.Ю. Баранов, член-корр., д-р биол. наук, доц., академик-секретарь  
(НАН Беларуси, г. Минск)

#### **АНАЛИЗ ТРАНСКРИПТОМА КАМБИАЛЬНЫХ ТКАНЕЙ КАРЕЛЬСКОЙ БЕРЕЗЫ**

Карельская береза – уникальное растение, которое является аборигенным представителем дендрофлоры Республики Беларусь. На данный момент больше всего деревьев карельской березы естественного происхождения находится в нашей стране, что связано с высокой сохранностью и относительно низкой полнотой древостоев, что положительно сказывается на появлении узорчатого фенотипа. Данная особенность проявляется в виде разрастаний на осевом побеге и крупных скелетных ветвях, преимущественно в местах формирования новых боковых побегов.

Установлено, что узорчатый фенотип является следствием разрастания ксилемы, чему предшествует особый тип формирования паренхимных клеток вместо прозенхимных в процессе ксилогенеза при

дифференциации камбия. Сам по себе процесс ксилогенеза и транскриптомные профили камбиальных тканей были изучены для целого ряда растений, в большей степени для модельных объектов, таких как арабидопсис, тополь и др [1, 2].

Не смотря на значительный массив накопленных данных полная схема ксилогенеза не была установлена, о чем свидетельствуют публикации, в которых выявляют новые гены и транскрипционные факторы, изменяющие свою активность в растущих тканях и органах. Для растений карельской березы не были проведены исследования по изучения дифференциальной активности генов методами высокопроизводительного секвенирования, при этом имеющиеся публикации затрагивают лишь отдельные локусы, что не позволяет оценить общий спектр изменчивости и экспрессии участков ДНК.

Таким образом, целью данного исследования являлся анализ транскриптомных профилей карельской березы полученные методом высокопроизводительного секвенирования.

В качестве экспериментального материала были выбраны растения карельской березы, произрастающие на территории ГЛХУ "Корневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси" и березы повислой, произрастающих в однотипных лесорастительных условиях. Суммарную РНК камбиальных тканей получали из живых клеток и расшифровывали на геномном секвенатор Ion Torrent PGM (Thermo Fisher Scientific, США).

Исходя из полученных данных были сформированы базы данных, содержащие одиночные риды в формате FASTQ. Референсный геном и файл разметки генома в формате GFF был взят из открытой базы данных [3]. Для выравнивания транскриптома использовали RNA STAR [4]. Дифференциальную экспрессию генов определяли с помощью DESeq2 [5].

Среди полученных результатов не было обнаружено дифференциально экспрессируемых генов с высоким уровнем достоверности, однако, для ряда генов было выявлено снижение данного значения относительно общего фона. Названия для генов были установлены на основании сходства нуклеотидной последовательности с генами базы данных NCBI Blast [6]. К данной группе относятся: EXL3, PHI-1-like, Calcium-binding protein KRP1-like, pelA, АТНВ-8.

Интересно отметить, что установленная функция гена АТНВ-8 связана с формированием непосредственно ксилемы у растений арабидопсиса. У мутантных растений с нарушением функции гена отмечен ранний переходом прокамбия в клетки ксилемы [7].

В свою очередь ген PHI-1-like может относиться к функциональ-



ным гомологам РНІ-1, которые при наличии дифференциальной экспрессии, коррелируют с аномальными процессами формирования клеток ксилемы и проявления карликовости у растений риса, а также напрямую влияют на качество древесины и динамику роста у растений эвкалипта [8, 9].

Таким образом, для растений карельской березы и березы повислой не были выявлены гены с высоким уровнем различий в активности генов на достоверно высоком уровне, тем не менее, используемый нами подход позволил вычленить 2 новых гена, для оценки их активности в клетках камбия методом РТ-ПЦР и анализа нуклеотидной последовательности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Nieminen K. M., Kauppinen L., Helariutta Y. A weed for wood? *Arabidopsis* as a genetic model for xylem development // *Plant Physiology*. 2004. Т. 135. № 2. Р. 653–659.
2. Balmant K. M. [et al.] Xylem systems genetics analysis reveals a key regulator of lignin biosynthesis in *Populus deltoides* // *Genome Res*. 2020. Т. 30. № 8. Р. 1131–1143.
3. CoGe: GenomeInfo [Электронный ресурс]. URL: <https://genomevolution.org/CoGe/GenomeInfo.pl?gid=35080> (дата обращения: 02.02. 2024).
4. Dobin A. [et al.] STAR: ultrafast universal RNA-seq aligner // *Bioinformatics*. 2013. Т. 29. № 1. Р. 15–21.
5. Love M. I., Huber W., Anders S. Moderated estimation of fold change and dispersion for RNA-seq data with DESeq2 // *Genome Biology*. 2014. Т. 15. № 12. Р. 550–571.
6. BLAST: Basic Local Alignment Search Tool [Электронный ресурс]. URL: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (дата обращения: 02.02.2024).
7. Baima S. [et al.] The *Arabidopsis* ATHB-8 HD-Zip protein acts as a differentiation-promoting transcription factor of the vascular meristems // *Plant Physiology*. 2001. Т. 126. № 2. Р. 643–655.
8. Aya K. [et al.] A novel AP2-type transcription factor, SMALL ORGAN SIZE1, controls organ size downstream of an auxin signaling pathway // *Plant Cell Physiol*. 2014. Т. 55. № 5. С. 897–912.
9. Sousa A. O. [et al.] EgPHI-1, a PHOSPHATE-INDUCED-1 gene from *Eucalyptus globulus*, is involved in shoot growth, xylem fiber length and secondary cell wall properties // *Planta*. 2020. Т. 252. № 3. Р. 45.

## ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ НА ЗАПАСЫ ПОДСТИЛКИ И ПОТЕРИ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Исследования по влиянию лесных пожаров на запасы органического вещества и азота проводились в Борисовском лесхозе. Для изучения зависимости содержания запасов органического вещества и азота были обследованы послепожарные насаждения и заложены пробные площади. Участки были подобраны в средневозрастных и приспевающих чистых сосновых насаждениях, пройденных низовыми пожарами различной интенсивности. На пробных площадях проводилось исследование видового состава травяно-кустарничкового и мохового ярусов живого напочвенного покрова, определялась мощность слоев опада и лесной подстилки.

При описании признаков живого напочвенного покрова использовались методики А.Г. Воронова, Х. Раункиера, шкалы О. Друдэ и П.Д. Ярошенко. Для определения весовых показателей были использованы более ранние наши исследования [1] (таблица 1). Усиление антропогенного воздействия на леса привело к росту количества и увеличения масштабов лесных пожаров, что является вторым после вырубки лесов глобальным фактором их уничтожения и повреждения.

**Таблица 1 – Запасы (т/га) в живом напочвенном покрове в зависимости от проективного покрытия**

Множество по Друдэ	Проективное покрытие по П.Д. Ярошенко, %	Травянисты ярус	Мохово-лишайниковый
		Запас т/га	Масса т/га
Soc(sociales) растения смыкаются надземными частями, образуя фон	более 90	6,4	3,8
Sop <sub>3</sub> (copiosae <sub>3</sub> ) растения встречаются в большом количестве	90-70	3,8-5,9	2,9-3,2
Sop <sub>2</sub> (copiosae <sub>2</sub> ) растений очень много	70-50	1,9-4,1	1,2-3,0
Sop <sub>1</sub> (copiosae <sub>1</sub> ) растений довольно много	50-30	0,5-2,1	0,5-1,8
Sр (sparsae) растения встречаются в небольшом количестве	30-10	0,1-0,2	0,1-0,7
Sol (solitariae) редкие экземпляры растений	менее 10	0,01-0,2	0,02-0,2
Un (unicum) вид найден в единичном экземпляре	единично	–	–

Ситуация особенно опасна тем, что в связи с глобальным потеплением и увеличением засушливости климата прогнозируется дальнейший рост частоты и масштабов лесных пожаров.

Лесные пожары приводят к существенным негативным изменениям глобальных балансов углерода, энергетического баланса поверхности Земли, круговорота воды и загрязнения атмосферы.

Накопление органического углерода и зольных элементов в лесной подстилке и его долевое содержание определяли через ее массу в абсолютно сухом состоянии. Для определения в насаждении массы лесной подстилки, приходящейся на единицу площади, были использованы данные из литературных источников и материалы пробных площадей.

Для характеристики массы лесной подстилки и содержание углерода в ней, использовались результаты исследований пирологической характеристики лесных горючих материалов (таблица 2) [1, 2].

**Таблица 2 – Запасы лесной в подстилки в зависимости от мощности горизонта**

Мощность, см	Запас, кг/м <sup>2</sup>	Средний запас, т/га
1-2	1,0-1,6	13,0
3-5	3,1-5,3	42,0
5-15	6,2-10,3	82,5
>15	10,5-30,0	402,5

Потери органического вещества и азота зависят как от интенсивности лесного пожара, так и пирологической характеристики лесных горючих материалов, условий погоды при которой они распространяются.

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что потери значительно превышают накопленные элементы при протекании физиологических процессов в течении вегетативного периода. Зольные элементы, поступающие на поверхность песчаных почв, легко перемешиваются в глублежащие горизонты и практически не возвращаются корнями обратно.

Все это, как правило, приводит к обеднению почвы и последующему снижению продуктивности насаждений.

Общие потери органического вещества и азота, и данные о массе зольных элементов, поступивших на поверхность почвы в растворимой форме приведены в таблице 3.

По нашим исследованиям в результате лесных пожаров наблюдается уменьшение запасов органических веществ, живого напочвенного покрова и опада лесной подстилки. Даже при низовых пожарах

слабой интенсивности происходит сгорание опада и частично верхнего слоя лесной подстилки

**Таблица 3 – Потери органического вещества и азота и высвобождение зольных элементов при низовых пожарах разной интенсивности**

№ п/п	Потери	Элементы, кг/га					
		С	N	P	K	Ca	Mg
1	Лесная подстилка ЖНП	6500	150	1,4	2,7	5,7	1,3
		7570	395	1,7	0,8	11,5	1,3
2	Лесная подстилка ЖНП	5880	151	1,2	2,5	5,2	1,1
		6800	356	1,5	0,7	10,4	1,2
3	Лесная подстилка ЖНП	8800	226	1,8	3,7	7,6	1,7
		10200	535	2,3	1,0	15,6	1,8

По мере увеличения интенсивности пожаров происходит более глубокий пиролиз горючих материалов. При устойчивых низовых и верховых пожарах происходит почти полное ее разрушение. При этом возрастает интенсивность биологического круговорота веществ, наблюдается потеря азота и зольных элементов в почвах с малым поглощающим комплексом и в итоге ухудшение условий роста оставшихся деревьев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Климчик Г. Я., Бельчина О. Г. Методология исследования различных компонентов лесного фитоценоза для расчета углеродных потоков / Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во. 2019. №2 (222). С 43–48.
2. Рихтер И. Э., Мыслейко Н. Г., Климчик Г. Я. Пожарная опасность и горимость лесов Минлесхоза Беларуси / Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во, 2000 г. – Вып. VIII. С. 151–157.

## **ЗАВИСИМОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ ПОСЛЕПОЖАРНОГО ОТПАДА ДЕРЕВЬЕВ ОТ ДИАМЕТРА ДРЕВОСТОЯ И СРЕДНЕЙ ВЫСОТЫ НАГАРА НА СТВОЛАХ**

Лесные пожары оказывают влияние на все компоненты биогеоценоза. На характер огневого воздействия и послепожарные изменения в хвойных насаждениях большое влияние оказывает лесоводственно-таксационная характеристика древостоев, фаза вегетации, метеорологические условия и другие факторы. Но необходимо учитывать и то, что каждый компонент обладает индивидуальной, свойственной только ему устойчивостью против воздействия огня.

Непосредственное влияние пожара на древостой чаще всего проявляется в нанесении огневых повреждений, от величины которых зависит последующая их устойчивость против вредителей, болезней или гибель. Большое значение на величину послепожарного отпада оказывает влияние наличия подлеска, подроста и высота нагара.

В качестве объектов исследования мы заложили пробные площади в сосняках Борисовского лесхоза (таблица 1), леса которого характеризуются достаточно высокой степенью пожарной опасности. В целом во всех лесничествах лесхоза имеются отдельные участки с высокой степенью пожарной опасности. Наиболее пожароопасными периодами в течение года являются: весна, лето и начало осени, когда леса интенсивно посещаются населением.

Сосновые насаждения, по сравнению с другими лесами, отличаются повышенной горимостью, но во время пожаров они редко погибают полностью. Этому способствует защитные «приспособления»: толстая кора, высоко поднятая крона и стержневая корневая система.

Послепожарные изменения прироста древостоев в насаждениях, которых сохранили жизнеспособность, происходят в результате как прямого, так и косвенного воздействия пожаров.

Нами установлена четкая зависимость увеличения величины послепожарного отпада деревьев с уменьшением среднего диаметра древостоя и увеличением средней высоты нагара на стволах. Результаты исследований представлены в таблице.

**Таблица 1 – Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений**

№ п/п	Лесничество	Состав	Возраст, лет	Среднее		Тип леса Эдафотоп	Бонитет Полнота	Средняя высота нагара	Площадь п.п, га	Подрост	ЖНП % выгоре- ло
				h, м	d, см						
1	Пруд-Баранское кв. 28, выд. 22	10С	57	18,9	18,8	<u>С.мш.</u> А <sub>2</sub>	<u>II</u> 0,95	0,15	0,19	–	31
2	Зембинское кв. 46, выд. 24	10С+Б	77	20,0	22,0	<u>С. мш.</u> А <sub>2</sub>	<u>II</u> 0,87	0,48	0,3	–	28
3	Печанское кв. 84, выд. 7	9С1Е+Б	87	33,6	25,4	<u>С.кис.</u> С <sub>2</sub>	<u>I</u> 1,0	0,13	0,4	10Е 1,5 тыс. шт/га	26
4	Пригородное кв. 87, выд. 2	10С	77	26,0	24,5	<u>С.мш.</u> А <sub>2</sub>	<u>I</u> 0,65	0,68	0,4	–	42
5	Жортайское кв. 126, выд. 8	10С	92	30,7	28,4	<u>С.мш.</u> А <sub>2</sub>	<u>I</u> 0,76	0,32	0,5	10Е 2,0 тыс. шт/га	34
6	Брилевское кв. 6, выд. 7	10С	52	21,0	21,3	<u>С.ор.</u> В <sub>2</sub>	<u>I<sup>a</sup></u> 0,6	0,33	0,2	–	36

Таблица 1 – Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений

III	Вариант	Интенсивность пожара	Состав	Возраст	Средние		Полнога	Запас м <sup>3</sup> /га	Отпад м <sup>3</sup> /га
					Н, м	Д, см			
1	Контроль	–	10С	57	18,9	18,8	0,95	305	15
	Поврежденное пожаром	Слабая	10С	57	18,8	18,7	0,91	290	
2	Контроль	–	10С+Б	77	20,0	22,0	0,87	270	28
	Поврежденное пожаром	Слабая	10С	77	19,1	22,9	0,78	242	
3	Контроль	–	10С	77	26,0	24,5	0,65	304	32
	Поврежденное пожаром	Средняя	10С	77	26,2	24,4	0,59	272	

Установлено, что при пожарах различных видов и интенсивности, особенно в первые послепожарные годы, наблюдается сильное ухудшение таксационных и лесоводственных показателей насаждения. Так в различной степени наблюдается снижение прироста деревьев как в высоту, так и по диаметру, увеличение, по сравнению с допожарным, величины отпада до 4–5, а в некоторых случаях до 15–20 раз. Но все же важнейшим показателем влияния пожаров на древостой является величина послепожарного отпада, где прослеживается четкая зависимость увеличения величины послепожарного отпада деревьев с уменьшением среднего диаметра древостоя и увеличением средней высоты нагара на стволах.

Исследования показывают, что на второй год отпад наиболее высокий. А таких пород как береза и ель он их происходит сразу после пожара.

При низовом пожаре слабой и средней интенсивности отпад составил от 4,9% до 10,5%–13,6%.

Полученные результаты согласуются с материалами других наших исследований, проведенных ранее [1, 2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Оценка косвенного вреда от низовых пожаров разной интенсивности / Климчик Г. Я. [и др.] // Труды БГТУ. Сер. I. Лесное хоз-во. 2009. Вып. XVII. С. 108–110.

2. Климчик Г. Я., Рихтер И. Э., Шалима П. В. Влияние лесных пожаров на лесные биогеоценозы. Минск: Вассамедиа, 2009. 40 с.

А.С. Клыш, зав. кафедрой, канд. с.-х. наук;  
М.В. Юшкевич, доц., канд. с.-х. наук;  
Д.В. Шиман, доц., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

**СОВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ  
ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ НА ВЫРУБКАХ  
С ЛЕСНЫМИ КУЛЬТУРАМИ И ОСТАВЛЕННЫХ  
ПОД ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ  
ПОСЛЕ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ  
РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

Естественное возобновление на вырубках после сплошнолесосечных рубок главного пользования происходит с преобладанием сосны (2683 шт./га) и березы (1622 шт./га). Меньшее в 1,7 раза количество березы по сравнению с сосной можно объяснить уходами, проводимыми в лесных культурах, и осветлениями. Доля ели и дуба существенно меньше и они, в основном, возобновляются в орляковой, кисличной и черничной сериях типов леса. Несколько реже встречается осина, а на отдельных участках – клен, ольха черная, граб, липа и ольха серая.

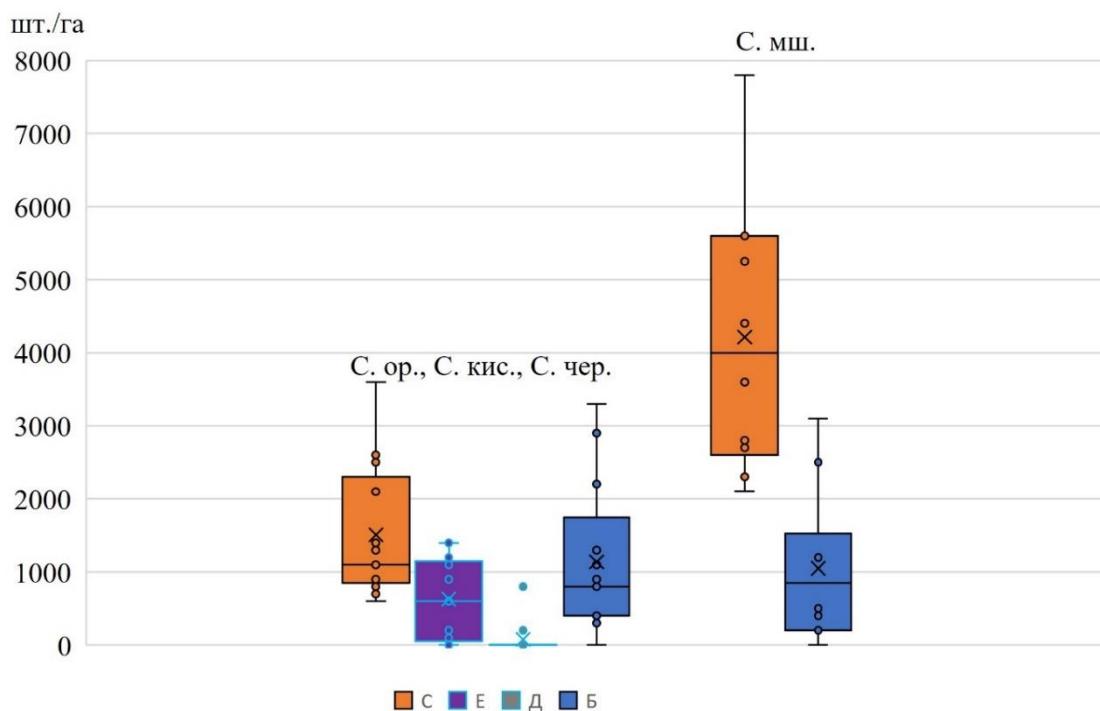
Тип леса является ключевым показателем, определяющим лесоводственную эффективность естественного возобновления сосны. В наиболее благоприятных для ее возобновления условиях (сосняки мшистые, брусничные и вересковые) через 3 года после рубки густота на отдельных участках может достигать почти 8000 шт./га, а в большей части исследованных вырубок варьируется от 2600 до 5600 шт./га (рис. 1). Медианная густота составляет 4000 шт./га.

В более богатых почвенно-грунтовых условиях количество встречающихся экземпляров сосны значительно меньше (от 900 до 2200 шт./га), как и медианная густота – 1100 шт./га. Также в составе естественного возобновления встречается ель (около 500 шт./га).

Существенного различия в густоте березы в рассматриваемых лесорастительных условиях не зафиксировано (средняя густота чуть более 1000 шт./га).

Через 4 года после рубки в сосняках мшистых максимальная густота достигает практически 10000 шт./га, а для основной части исследованных вырубок варьируется от 1900 до 7200 шт./га. Медианная густота составляет 2600 шт./га. На вырубках сосняков орляковых, кисличных и черничных количество встречающихся экземпляров сосны меньше (от 900 до 3300 шт./га), как и медианная густота – 2000 шт./га.





**Рисунок 1 – Средняя, медианная, максимальная и минимальная густота древесных видов, преобладающих в естественном возобновлении, через 3 года после рубки**

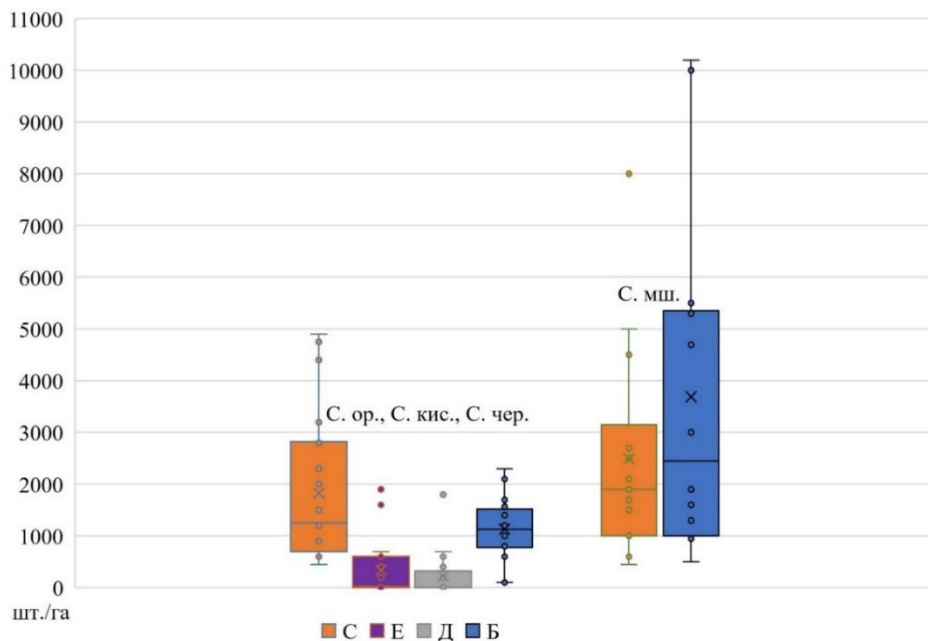
Также в составе естественного возобновления встречается ель (около 500 шт./га). Средняя густота березы варьируется в интервале 1000 и 2000 шт./га.

Аналогичная тенденция в естественном возобновлении наблюдается через 5 лет после проведения рубок.

Исходя из полученных результатов исследований ключевым этапом в естественном возобновлении является период перед инвентаризацией для перевода в покрытые лесом земли (рис. 2). Через 6–7 лет после рубки в сосняках мшистых густота сосны сильно не отличается от ее значений в более богатых условиях местопроизрастания (средняя густота соответственно 2500 и 1900 шт./га, максимальная – около 5000 шт./га).

При этом медианная густота отличается несколько больше (1900 и 1300 шт./га соответственно). Зафиксировано незначительное увеличение средней густоты дуба.

Увеличивается доля березы в составе естественного возобновления сосняков мшистых. Ее густота составляет в среднем от 1000 до 5400 шт./га, что может быть связано с интенсивным порослевым возобновлением после проводимых уходов и повторяемостью осветлений.



**Рисунок 2 – Средняя, медианная, максимальная и минимальная густота древесных видов, преобладающих в естественном возобновлении, через 6–7 лет после рубки**

Средняя густота естественного возобновления сосны через 3 года после рубки на небольших по площади вырубках (до 2 га) в 1,6 раза превышает ее густоту на более крупных участках (2,1–4,9 га). Максимальное количество экземпляров достигает почти 8000 и 3600 шт./га соответственно, а на большей части вырубок варьируется в интервале 1100–5000 и 800–2700 шт./га. С увеличением срока давности рубки данное различие элиминируется.

Таким образом, основными факторами, оказывающими влияние на лесоводственную эффективность естественного возобновления на вырубках, являются тип леса (высокая эффективность естественного возобновления чаще всего отмечается в сосняках мшистых, брусничных и вересковых, а наименьшая – в сосняках черничных, орляковых и кисличных) и стены леса при наличии семеносящих деревьев главных пород, которые обеспечивают семенами вырубку значительно лучше, чем оставленные семенные деревья.

В случае отсутствия или небольшой протяженности приспевающих, спелых и перестойных древостоев с преобладанием главных пород, примыкающих к вырубке, густота естественного возобновления была существенно ниже, что может приводить к смене хозяйственно ценных пород (сукцессиям) на второстепенные. Наличие и количество семенных деревьев, а также площадь выдела оказывают меньшее влияние.

А.В. Кобзарь-Шпиганович, мл. науч. сотр.  
(ГНУ «ЦБС» НАН Беларуси, Минск);  
В.Б. Звягинцев, доц., канд. биол. наук;  
А.Г. Прохорова, асп.  
(БГТУ, Минск)

## **АНАЛИЗ ФИТОСАНИТАРНОГО РИСКА ОПАСНОГО КАРАНТИННОГО ОРГАНИЗМА *BURSAPHELENCHUS* *XYLOPHILUS* В БЕЛАРУСИ**

В 2016 году лесное хозяйство Беларуси столкнулось с массовым усыханием сосновых насаждений, и продолжает прикладывать усилия для контроля этого масштабного патологического процесса. Среди основных причин массового усыхания на начальном этапе называлась вспышка численности вершинного короеда на фоне засух, лесных пожаров и хронических очагов корневой губки [1]. В 2022 году, под воздействием различных неблагоприятных факторов абиотического и биотического характера (корневая губка и шквальные ветра) погибло 16 599 га насаждений, среди которых 86% хвойные [2]. Стресс-факторы поддерживают обширную кормовую базу для стволовых вредителей и способствуют формированию новых очагов усыхания.

Ксилофаги участвуют в процессе усыхания, нанося как прямой ущерб – гибель деревьев и снижение качества древесины, так и косвенный, перенося на себе ряд ассоциантов – грибов, бактерий и нематод. Среди представителей нематофауны повсеместно встречаются нематоды рода *Bursaphelenchus sp.*, роль которых в патологическом процессе не выяснена, несмотря на то что среди представителей этого рода встречаются агрессивные виды, вызывающие увядание (вилт) хвойных. Один из таких видов – сосновая стволовая нематода *Bursaphelenchus xylophilus*, в настоящее время является вредным карантинным организмом, отсутствующим на территории Республики Беларусь, внесенным в Единый перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза.

Таким образом, в лесном фонде страны сложилась благоприятная среда для инвазии *B. xylophilus*, нами был проведен анализ фитосанитарного риска потенциального инвайдера согласно местным стандартам Европейской и Средиземноморской организации по карантину и защите растений серии РМ 5.

Поражаемые растения относятся к родам *Abies*, *Cedrus*, *Larix*, *Picea*, *Pinus*, *Pseudotsuga*, *Tsuga*. Более половины лесного фонда страны может стать средой обитания инвайдера. У пораженных растений наблюдается уменьшение экссудации смолы из-за разрушения смоля-

ных каналов, пожелтение и увядание хвои, частичное или полное высыхание кроны, гибель дерева за период от двух недель до года. У некоторых деревьев заражение *B. xylophilus* не приводит к выраженным симптомам вилта (бессимптомные деревья). Распространение происходит с растениями для посадки, срезанными веточками, неокоренной древесиной, деревянной тарой. Главным вектором переноса считаются жуки рода *Monochamus* (Coleoptera: Cerambycidae).

Диагностика инфекции может проводиться путем визуального осмотра деревьев, выделением культур методом Бергмана, микроскопией, ПЦР-анализом. Анализ древесины симптоматических деревьев из 6 точек Беларуси не выявил вид в ее лесном фонде. Факты обнаружения *B. xylophilus* в сопредельных странах не известны и не описаны в научной литературе [3]. Однако наличие очагов и высокая вредность патогена в странах Западной Европы позволяет сделать предположение о возможности возникновения условий для непреднамеренной интродукции. Потенциальный экономический ущерб: в первую очередь, состоит в значительном снижении импорта древесной продукции, и может составить более 800 млн. долл. Проведенный в среде MaxEnt прогноз распространения ареала показывает достоверную вероятность акклиматизации вида в лесном фонде страны.

Для минимизации рисков сосновой стволовой нематоды необходимо разработать систему мониторинга лесного фонда, в первую очередь, через мониторинг и контроль численности стволовых вредителей – потенциальных переносчиков, а также разработать методику локализации и ликвидации очагов вредного карантинного организма.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Звягинцев, В. Б. Короедное усыхание сосны (*Pinus sylvestris* L.) в лесах Беларуси / В. Б. Звягинцев, А. А. Сазонов // VIII Чтения памяти О. А. Катаева. Вредители и болезни древесных растений России : материалы международной конференции, Санкт-Петербург, 18–20 ноября 2014 г. – Санкт-Петербург.: СПбГЛТУ, 2014. – С. 34

2. Общая характеристика лесопатологической ситуации в лесном фонде Республики Беларусь // Государственное учреждение по защите и мониторингу леса «БЕЛЛЕСОЗАЩИТА» URL: <https://bellesozaschita.by/zashhita-lesa-ot-vreditelej-i-boleznej/obshhaja-harakteristika-lesopatologicheskoi-situacii-v-lesnom-fonde-respubliki-belarus/> (дата обращения: 15.01.2024).

3. Кулинич О. А., Козырева Н. И., Арбузова Е. Н. Сосновая стволовая нематода как угроза хвойным насаждениям России // Лесохозяйственная информация. – 2017. – №. 3. – С. 50-66.

А.И. Ковалевич, директор, канд. с.-х. наук;  
 А.П. Кончиц, вед. науч. сотр., канд. б иол. наук;  
 Л.В. Можаровская, ст. науч. сотр., канд. б иол. наук;  
 А.П. Сачек, науч. сотр.;  
 Л.В. Мальцева, мл. науч. сотр.  
 (ГНУ «Институт леса НАН Беларуси, Гомель»)

## ОЦЕНКА СМОЛОПРОДУКТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ЖОРНОВСКОЙ ЭЛБ

Сосна обыкновенная (*Pinussylvestris*L.) является одной из лесообразующих древесных пород, которой в лесном хозяйстве принадлежит одно из первых мест. Успешное решение задачи, направленной на повышение продуктивности лесов, тесным образом связано с генетикой и селекцией лесных древесных пород, основная цель которых состоит в выявлении, сохранении и рациональном использовании богатого генофонда лесов страны, а также выделении новых и улучшении имеющихся форм и видов растений, и изучении их наследственных свойств. Смолопродуктивность является наследуемым свойством дерева [1-3].

В лесном фонде Жорновской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси (далее – Жорновской ЭЛБ) в сосновых лесных насаждениях основных типов леса, согласно государственному лесному кадастру [4], определена смолопродуктивная способность деревьев. Общее количество учтенных деревьев составило 401 дерево.

Вычислена относительная смолопродуктивность каждого дерева на пробных площадях. В зависимости от относительной смолопродуктивности все деревья распределены по категориям смолопродуктивности (низко-, средне и высокосмолопродуктивные) (рисунок 1).

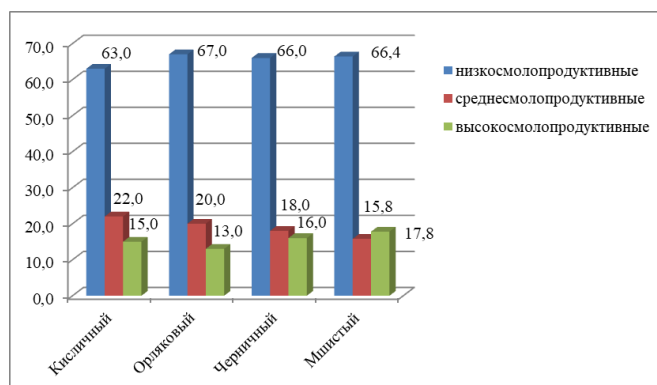


Рисунок 1 – Распределение высоко-, средне- и низкосмолопродуктивных деревьев сосны обыкновенной в разных лесорастительных условиях Жорновской ЭЛБ

В кисличном типе лесе средняя смолопродуктивность деревьев в насаждении составила  $16,6 \pm 1,18$  г, в черничном –  $12,2 \pm 1,24$  г, в орляковом –  $15,9 \pm 2,04$  г, в мшистом типе леса –  $16,1 \pm 1,8$  г. Относительная смолопродуктивность деревьев на пробных площадях изменялась от 0,1 до 11,3.

С деревьев сосны обыкновенной, относящихся к разным категориям смолопродуктивности, заготовлена живица с целью получения живичного скипидара и определения в нем качественного и количественного состава монотерпенов.

Химический анализ скипидара сосны обыкновенной показал, что основными компонентами исследованных образцов в большинстве случаев являются  $\alpha$ -пинен и  $\Delta^3$ -карен (суммарное содержание которых изменялось от 88,7 до 96,3 мас. %).

Остальные выявленные монотерпены ( $\beta$ -пинен,  $\Delta^2$ -карен, камфен,  $\alpha$ -терпинен, *n*-цимол, лимонен,  $\gamma$ -терпинен и терпинолен) содержались в скипидаре в небольшом количестве (2,66 – 9,36 мас. %). Стоит отметить, за некоторым исключением в образцах, содержащих значительное количество  $\alpha$ -пинена отмечается и относительно высокая концентрация лимонена, а скипидары, имеющие более 30 %  $\Delta^3$ -карена содержат повышенное количество терпинолена.

В феврале 2023 года с отобранных деревьев (по количественному содержанию живицы и химическому составу скипидара) заготовлен вегетативный материал (хвоя) с целью изучения корреляции экспрессионной активности генов, ассоциированных со смолопродуктивностью и с фенотипическим проявлением признака.

Для фенотипов сосны обыкновенной с различающейся смолопродуктивностью: высокосмолопродуктивные (относительная смолопродуктивность  $\geq 2,2$ ) и низкосмолопродуктивные (относительная смолопродуктивность  $\leq 0,5$ ) проводилась количественная ОТ-ПЦР-РВ диагностика с использованием ранее нами предложенным ДНК-маркером *MTPS* – гена, участвующего в биосинтезе  $\alpha$ -пинена [5].

В качестве генов-нормализаторов использовались *TUBA* и *act*. Анализ экспрессионной активности проводился на основе метода ДДСт с переводом значений в  $\log_{10}$ .

По результатам анализа, для высокосмолопродуктивной группы деревьев установлена повышенная функциональная активность *MTPS5* (среднее значение относительных экспрессионных единиц:  $0,52 \pm 0,51$  – по *act* и  $0,43 \pm 0,71$  – по *TUBA*), чем у низкосмолопродуктивных (среднее значение относительных экспрессионных единиц:  $-0,39 \pm 0,15$  – по *act* и  $-0,72 \pm 0,51$  – по *TUBA*). Статистическая проверка проведенного анализа показала, что фенотипы сосны обыкновенной

ной разных категорий смолопродуктивности имели достоверные изменения дисперсий по ДНК-маркеру *MTPS5* ( $F_{ст} = 6,4 > F_{кр} = 4,6$ , при  $p < 0,05$ ).

Таким образом, на основе полученных данных показано, что повышенная экспрессия гена *MTPS5*, ассоциирована с высокой смолопродуктивной способностью исследуемых фенотипов деревьев и ДНК-маркер *MTPS5* может рассматриваться как потенциальный для отбора хозяйственно ценных генотипов по признаку смолопродуктивности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чудный А.В. Исследование полиморфизма сосны обыкновенной на примере биосинтеза монотерпенов: автореф. диссерт. д.б.н. – Пушкино, 1980. – 39 с.

2. Пилинович В.Ф. Лесоводственно-биологические принципы классификации насаждений сосны обыкновенной по смолопродуктивности: автореф. дисс. к.с.-х. наук. – Свердловск, 1970. – 25 с.

3. Alicandri E. Monoterpene Synthase Genes and Monoterpene Profiles in *Pinus nigra* subsp. *Laricio* / Alicandri E. [et al.] // *Plants*. – 2022. – V. 11. – №. 3. – P. 449.

4. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2023 г. – М.: РУП «Белгослес», 2023. – 87 с.

5. Можаровская Л.В. Разработка набора ДНК-маркеров, ассоциированных с анатомическими признаками древесины и смолопродуктивностью сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / Л.В. Можаровская, А.П. Сачек, П.С. Кирьянов // Конгресс молодых ученых Беларуси и России, Минск, 27–31 марта 2023 г. / Постоян. ком. Союз. государства, Нац. акад. наук Беларуси ; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2023. – С. 186-189.

**РОСТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ *SCHIZOPHYLLUM COMMUNE*  
НА РАЗЛИЧНЫХ ТВЕРДОФАЗНЫХ СУБСТРАТАХ**

*Shizophyllum commune* Fr. (щелелистник обыкновенный) принадлежит к семейству *Schizophyllaceae* порядка *Agaricales*, обладает уникальными биотехнологическими свойствами. Встречается обычно в лиственных лесах на валежной древесине, вызывает белую гниль. Активный рост плодовых тел происходит с середины лета до поздней осени. Гриб-сапротроф щелелистник обыкновенный – предположительно самый распространённый гриб на Земле [1].

Базидиомы однолетние или зимующие, 15-40 мм в диаметре, сидячие, округло-овальные, располагающиеся одиночно или черепитчатыми группами. Верхняя поверхность шляпок светло-серая, войлочная со слегка загнутыми вниз краями, покрытая жесткими волосками. На нижней поверхности находятся вееровидно расположенные кожистые упругие пластинки гименофора беловатого цвета, впоследствии становящиеся серовато-розоватыми.

На старых плодовых телах поселяются цианобактерии, окрашивая поверхность в зеленые оттенки. Ткань 0,16-1,3 мм толщиной, глинистая до буроватой, обычно со светлой периферийной зоной, плотная, кожисто-волокнистая, в свежем состоянии эластичная, иногда слегка желатинозная, при высыхании ломкая [2].

*S. commune* отличается высоким генетическим разнообразием и скоростью мутирования. Пол гриба определяется двумя локусами, один из которых представлен 288 аллелями, а другой – 81. Такое гигантское количество аллелей порождает у щелелистника обыкновенного огромное количество полов (23328) и обуславливает наивысшее (20 %) генетическое разнообразие в популяции этого базидиального гриба среди всех на сегодня изученных организмов [3].

Щелелистник обыкновенный является известным в мире лекарственным грибом, отличается выраженной физиологической активностью. Его широко применяют при ослабленном иммунитете при различных заболеваниях, особенно активно его используют в Японии и Китае при онкологических заболеваниях. В 80-х годах XX века в Японии уже использовали полиозу щелелистника обыкновенного – сонифилан (SPG) в клинике при лечении рака, локализованного, главным образом в пищеварительном тракте (рак желудка, поджелудочной железы, прямой кишки) [4]. Он также обладает сильными антивирусными и антибактериальными способностями. Экстракт гриба по-



давляет *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *E. coli* и др. бактерии. Лецитин щелелистника ингибирует обратную трансферазу, подавляя вирус ВИЧ.

*S. commune* продуцирует широкий спектр ферментов, разлагающих и модифицирующих клеточную стенку растения, что делает *S. commune* перспективным объектом для разработки различных биотехнологий, таких как получение лигноцеллюлозного этанола, биоконверсия побочных продуктов сельского хозяйства, биодеградация широкого спектра поллютантов [5].

Щелелистник обыкновенный относится к несъедобным грибам из-за своей жесткости. Однако его широко употребляется в пищу в Мексике, Индонезии и Юго-Восточной Африке. Такое предпочтение населением жестких грибов обычно для тропиков, где в жарких влажных условиях более мясистые грибы быстро гниют [1].

Объектами наших исследований являлись мицелиальные культуры четырех штаммов *S. commune* из коллекционного фонда Института леса НАН Беларуси (FIB). Штаммы FIB-127 и FIB-390 выделены в разные годы из тканевого материала плодовых тел, собранных в природных условиях Беларуси; FIB-113 получен в 1988 году из коллекции непатогенных микроорганизмов Института микробиологии и биотехнологии Академии наук Молдовы (ИМВ); FIB-248 – в 2006 году из Института микробиологии НАН Беларуси (БИМ). Целью данной работы являлось изучение эколого-биологических особенностей штаммов щелелистника обыкновенного на основе изучения морфолого-культуральных особенностей вегетативного роста коллекционных образцов в чистой культуре и на растительных субстратах.

Изучение морфолого-культуральных особенностей роста и развития штаммов *S. commune* в чистой культуре проводили на суслоагаровой питательной среде (САС), в трехкратной повторности (сахаристость 4%, рН 6,5) по стандартным методикам, разработанным для исследования высших базидиальных грибов (Бухало, 1988). Культуры инкубировали в термостате при температуре 25°C. Описание макроморфологических показателей, характеризующих рост каждого штамма, осуществляли по стандартным методикам, разработанным для исследования высших базидиальных грибов (Stamets, 2000).

В таблице 1 представлены некоторые морфолого-культуральные особенности роста штаммов *S. commune* в чистой культуре на 5-е сутки и вегетативный рост на субстратах. Ростовый коэффициент (РК) рассчитывали на 5-е сутки по методике А.С. Бухало.

Изучение скорости роста мицелия штаммов щелелистника обыкновенного на зерновом (овес) субстрате осуществляли в стеклян-

ных емкостях объемом 0,5 л при температуре 25°C. Питательный субстрат для культивирования штаммов *S. commune* готовили из ольховых опилок (березовой стружки) и пшеничных отрубей в соотношении 4:1 с добавлением мела и гипса (блоки массой по 700 г в пакетах ПНД 20 мкм).

Повторность опыта пятикратная. Влажность субстрата с ольховыми опилками после автоклавирования составила 62%, рН 5,5; с березовой стружкой влажность субстрата – 64%, рН 5,4. В емкости с субстратом вносили 5% посевного мицелия. В культивационном помещении температура воздуха поддерживалась 20-22°C, влажность – 80-85%, освещенность – не менее 150 люкс, содержание CO<sub>2</sub> – 657 ppm. Статистическую обработку результатов проводили с помощью пакета программ MS Excel 2016. В таблице представлены средние значения ( $\bar{x}$ ) и стандартные ошибки средних ( $m_x$ ).

**Таблица 1 – Морфолого-культуральные особенности роста штаммов *S. commune* на САС (на 5 сутки) и их вегетативный рост**

Штамм М	Диаметр колонии, мм	Скорость роста колонии, мм в сутки	РК	Обрастание зернового субстрата на 12 сутки, %	Обрастание опилочного субстрата на 14 сутки, %	
					ольха	береза
113	49,7±0,8	4,37	59,6	35,8±1,7	15,6±0,7	15,2±0,6
127	66,3±0,5	6,03	59,7	100,0±0,0	99,3±0,4	67,4±1,8
248	80,7±0,4	7,47	121,0	56,3±2,8	16,6±0,5	16,0±0,5
390	66,3±0,8	6,03	59,7	100,0±0,0	98,9±0,8	58,8±0,7

Штамм 248 относится к быстрорастущим (РК>100), остальные штаммы *S. commune* отличаются средней скоростью роста. На САС колония плотная войлочная отсутствуют поднимающиеся гифы, поверхность колонии ровная, зона роста однородная, край колонии прижат, внешняя линия колонии гладкая (FIB-127 – бахромчатая), плотность – 3 балла, высота колонии 1,5-2 мм (FIB-248 – 2,5 мм), реверзум не окрашен. С возрастом мицелий приобретает светло-кремовый оттенок. Полное зарастание чашки Петри наблюдалось на 7 сут, за исключением FIB-113 – на 10 сут.

В эксперименте фиксировались сроки освоения субстратов, период плодообразования, сроки образования плодовых тел, урожайность исследуемых штаммов (таблица 2). Штаммы 127 и 390 зерновой субстрат полностью колонизировали на 10-12 сутки, штаммы 113 и 248 – 24-26 сутки. Культуры 127 и 390 осваивали исследуемые субстраты быстрее, чем культуры 113 и 248. Полная колонизация 0,7 кг блоков из ольховых опилок штамма 113 отмечена на (40±2) сутки, мицелием штамма 248 – на (29±1) сутки. При этом блоки из березовой стружки обрастали данными культурами медленнее. Так, созревание

0,7 кг блоков из березовой стружки культурой 113 наблюдали на (46±1) сутки, культурой 248 – на (43±1) сутки. У штаммов 113 и 248 плодообразование не выявлено.

**Таблица 2 – Плодоношение *S. commune* на опилочных субстратах**

Штамм	Субстрат	Сроки полного обрастания блоков, сут.	Начало плодоношения после инокуляции, сут.	Сроки формирования плодовых тел, сут.	Средняя масса грибов с блока, г	Урожайность, % от массы субстрата
127	ольха	14-15	22-23	5-6	25,4±2,0	3,6±0,3
	береза	19-21	29-30	5-6	73,5±4,5	10,5±0,6
390	ольха	14-15	22-23	5-6	33,9±2,2	4,8±0,3
	береза	17-20	29-30	5-6	39,2±3,6	5,6±0,5

Средняя урожайность культур щелелистника обыкновенного на субстрате из березовой стружки составила 5,6-10,5%, на субстрате из ольховых опилок урожайность была ниже – 3,6-4,8%.

Таким образом, в результате проведенных исследований была выявлена плодообразующая способность коллекционных штаммов щелелистника обыкновенного и был подобран оптимальный субстрат для выращивания на основе березовой стружки, обогащенной отрубями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вишневский М.В. Лекарственные грибы России. Москва: Проспект, 2022. 704 с.
2. Флюк М. Грибы / [пер. с нем. В.В. Демина, А.П. Нагдасевой]. Москва: Эксмо, 2022. 416 с.
3. Безменова А.В., Звягина Е., Неретина Т., Базыкин Г.А., Кондрашов А.С. Экспериментальная эволюция базидиомицета *Schizophyllum commune*: мутагенез и естественный отбор. Информационные технологии и системы 2016: 40-я междисциплинарная школа-конф. Репино, СПб., 2016. С. 408-410.
4. Лекарственные грибы в традиционной китайской медицине и современных биотехнологиях / Ли Юй, Тулигуэл, Бао Хайин, А.А. Широких, И.Г. Широких, Т.Л. Егошина, Д.В. Кириллов; под общ. ред. В.А. Сысуева; НИИ сельского хозяйства Северо-Востока. Киров: О-Краткое, 2009. 320 с.
5. Tovar-Herrera O.E., Martha-Paz A.M., Pérez-LLano Y. at al. *Schizophyllum commune*: an unexploited source for lignocellulose degrading enzymes. Microbiologyopen. 2018. Vol. 7. №3. [https://doi:10.1002/mbo3.637](https://doi.org/10.1002/mbo3.637).

А.А. Ковригина, асп.;

А.Г. Попов, асп.;

С.В. Третьяков, проф., д-р с.-х. наук

(САФУ им. М. В. Ломоносова, г. Архангельск, Российская Федерация)

## ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОДНИКОВ ПРИМОРСКОГО РАЙОНА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

В настоящее время дикорастущим ягодникам уделяется особое внимание. Наибольшее значение имеют растения, относящиеся к семейству брусничных (*Vacciniaceae*) – черника (*Vaccinium myrtillus* L.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), клюква (*Vaccinium oxycoccos* L.).

Черника (*Vaccinium myrtillus* L.) представляет собой особый интерес, так как ее плоды облают ценными пищевыми и лекарственными свойствами [1]. Целью данной работы является сравнительное исследование текущей урожайности ягод черники, в насаждениях, пройденных ландшафтными рубками и контрольных насаждениях, где рубки не проводились. Исследование динамики насаждений, пройденных рубками, имеет важное хозяйственное и экологическое значение [2]. Наблюдения проводили в Приморском районе Архангельской области, в Усть-Двинском участковом лесничестве Архангельского лесничества.

**Методика исследования.** В основу работы положен метод пробных площадей (ПП). На территории Усть-Двинского участкового лесничества Архангельского лесничества было заложено 6 ПП. Из них 3 ПП в насаждениях, где были проведены ландшафтные рубки и 3 контрольные пробы, где рубки не проводились. Лесорастительные условия насаждений для проведения исследований были подобраны аналогичные: спелые ельники черничные с примесью сосны и березы.

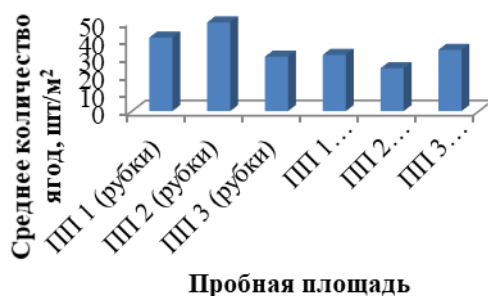
На каждой ПП было заложено по 15 учетных площадок квадратной формы, размером 0,45 x 0,45 м. На всех площадках определяли проективное покрытие, % травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов. Учет текущей урожайности ягод черники в свежесобранном виде выполняли методом сбора всех ягод с каждой учетной площадки. В камеральных условиях все плоды черники делили по трем категориям (здоровые, поврежденные, незрелые), затем их пересчитывали и взвешивали.

Статистическую обработку данных проводили в соответствии с общепринятыми методами с использованием пакета программ «Excel».

**Результаты исследования.** В травяно-кустарничковом ярусе на всех пробных площадях преобладают черника и брусника (встречаемость 100 %). Проективное покрытие побегов черники в среднем для ПП, где проводились ландшафтные рубки, составило – 80 %, 67 %, 54 %. Для контрольных ПП – 69 %, 57 %, 55 %. Проективное покрытие брусники: для ПП, где проводились ландшафтные рубки – 2,7 %, 2,7 %, 1,3 %; для контрольных проб – 3,5 %, 1,5 %, 1,0 % соответственно. Также на всех выделах встречаются: седмичник европейский, майник двулистный, Линнея бореальная, ожика лесная. В мохово-лишайниковом ярусе встречаются: дикранум метловидный, плеврочиум Шребера, гилокомиум блестящий.

Изучали биометрические показатели ягод черники. В обработку включали товарные (здоровые) и нетоварные (поврежденные) экземпляры плодов черники в соответствии с методикой В.В. Негребова [3].

Среднее количество ягод черники, шт./м<sup>2</sup> на ПП, пройденных ландшафтными рубками и в контрольных насаждениях представлено на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Среднее количество ягод черники, шт./м<sup>2</sup> на пробных площадях**

Как видно из рисунка 1 на участке, где заложена ПП 2, в котором проводились ландшафтные рубки, количество ягод было максимальным – 49,53 ± 6,09 шт./м<sup>2</sup>, на ПП 2, где рубки не проводились, оказалось минимальные значения числа ягод – 23,93 ± 3,77 шт./м<sup>2</sup>. Различие достоверно на любом вероятностном уровне. Среднее число ягод черники для трех ПП, где проводились ландшафтные рубки, составило 40,33 ± 5,53 шт./м<sup>2</sup>. Среднее число ягод для трех контрольных ПП – 29,84 ± 3,07 шт./м<sup>2</sup>. Средняя масса ягод черники, в г/м<sup>2</sup> на участках, пройденных ландшафтными рубками и контрольных, представлена на рисунке 2. Средняя масса ягод черники для трех участках, где проводились ландшафтные рубки, составила на 61,1 % больше, чем на контрольных.

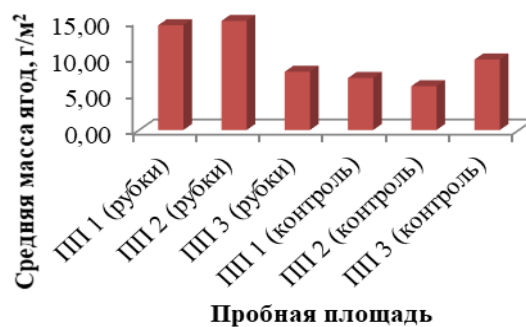


Рисунок 2 – Средняя масса ягод черники, в г/м<sup>2</sup> на пробных площадях

**Выводы.** Насаждения, пройденные ландшафтными рубками, обладают большими ресурсами черники, чем насаждения, где рубки не проводились. Об это свидетельствует показатель проективного покрытия в выделах, где проходили ландшафтные рубки в среднем, он составил 67 %, средний показатель на контрольных участках – 60 %. Кроме того, после ландшафтных рубок значительно возрастает урожайность черники. Ягоды черники в насаждениях, где проводились рубки, продуцируют больше, чем в контрольных насаждениях. Таким образом, выборочные рубки в северотаежных ельниках черничниках оказывают значительное положительное влияние на запасы черники, что подтверждается исследованиями в других регионах России [4]. Проведенные исследования в Приморском районе Архангельской области позволят повысить точность оценки ресурсного потенциала дикорастущих ягодников.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Старицын, В. В., Беляев В. В. О современном состоянии ресурсов брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.) и черники (*Vaccinium myrtillus* L.) в лесах Архангельской области // Arctic Environmental Research – 2014. С. 71-76.
2. Федорчук В. Н., Нешатаев В.Ю., Кузнецова М. Л. Лесные экосистемы северо-западных районов России. Типология, динамика, хозяйственные особенности. СПб. 2005. 382 с.
3. Негрбов, В. В. Ресурсоведение лекарственных растений. Учебно-методическое пособие для вузов. – Воронеж : ФГБОУ ВПО «ВГУ», 2015. 57 с.
4. Панин, И. А. Влияние проходных рубок на ресурсы черники обыкновенной Североуральской среднегорной лесорастительной провинции // И. А. Панин, Ю. А. Аржанников, А. А. Боярский и др. // Леса России и хозяйство в них. – 2021. № 1 (76). – 4-12.

А.В. Козел, доц., канд. с.-х. наук;  
 В.К. Гвоздев, доц., канд. с.-х. наук;  
 Г.В. Алифировец, ассист.  
 (БГТУ, г. Минск)

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОТНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В НАСАЖДЕНИЯХ РАЗНОЙ ГУСТОТЫ ПОСАДКИ

Плотность относится к числу основных качественных характеристик древесины, которые необходимо учитывать как в процессе лесовыращивания, так и при использовании древесины. Важнейшим достоинством плотности как показателя качества древесины является ее корреляция с физико-механическими и технологическими свойствами древесины [1].

Изучение вопроса о влиянии различных факторов на плотность древесины показало, что изменчивость данного качества обусловлена не только индивидуальной наследственностью деревьев и влиянием окружающей среды, но и лесоводственными мероприятиями, среди которых основная роль принадлежит показателям густоты, размещения культур и рубкам ухода.

Целью данной работы являлось установление наличия либо отсутствия различий в значениях плотности древесины ели европейской в насаждениях разной густоты посадки. Объектом исследований служили лесные культуры, созданные в 1985 г. в Негорельском учебно-опытном лесхозе по четырем вариантам опыта с густотой посадки 3,3; 5,0; 6,7; 15,6 тыс.шт./га и с соответствующим размещением посадочных мест 3×1 м, 2×1 м, 1,5×1 м, 0,8×0,8 м. Лесоводственно-таксационная характеристика насаждений приведена в таблице 1 [2].

**Таблица 1 – Показатели роста и продуктивности лесных культур ели европейской разной густоты посадки в 35-летнем возрасте**

Сх. посадки, м густота, шт./га	Сохран- ность, %	Средние		Класс бони- тета	Сумма площ. поперечного сечения, м <sup>2</sup> /га	Пол- нота	Запас ство- ловой дре- весины, м <sup>3</sup> /га
		Д, см	Н, м				
$\frac{3 \times 1}{3300}$	75	16,5	17,1	I	53,1	1,54	462
$\frac{2 \times 1}{5000}$	66	14,3	15,5	I	52,7	1,61	432
$\frac{1,5 \times 1}{6700}$	62	12,0	13,5	I	46,7	1,60	334
$\frac{0,8 \times 0,8}{15600}$	20	11,4	12,8	II	31,8	1,13	221

Установлено, что сохранность лесных культур варьирует в широком диапазоне – от 75% в редких культурах до 20% в густых. Средний диаметр в редких культурах в 1,4 раза выше, чем в густых. В связи с большим отпадом деревьев в густых культурах, более высокая полнота наблюдается в культурах средней густоты посадки.

Запасы стволовой древесины в 2,1 раза выше в редких культурах по сравнению с густыми. Столь значительное различие показателей запасов древесины на корню по вариантам густоты заставляет подробнее изучить качественные характеристики древесины, и в первую очередь плотность, которая, как указывалось ранее, является универсальным показателем качества древесины и во многом характеризует ее механические свойства.

Для определения значений плотности древесины в каждом варианте опыта отбирались модельные деревья. После их спиливания от среза отступали один метр и выпиливали части стволов длиной 1,5 м, из которых в дальнейшем изготавливались образцы древесины размерами 20×20×30 мм (последний размер – вдоль волокон) для определения плотности стереометрическим способом [3].

В связи с влиянием влажности на плотность древесины имеется несколько ее выражений [4]. Для сравнительного анализа нами взяты три вида плотности: плотность древесины в абсолютно сухом состоянии  $\rho_0$ , плотность во влажном состоянии  $\rho_w$ , плотность при стандартной 12%-ной влажности  $\rho_{12}$  (таблица 2).

**Таблица 2 – Плотность древесины ели европейской в культурах разной густоты**

Сх. посадки, м густота, шт./га	Средние показатели плотности древесины, кг/м <sup>3</sup>		
	$\rho_0$	$\rho_w$	$\rho_{12}$
$\frac{3 \times 1}{3300}$	475	496	500
$\frac{2 \times 1}{5000}$	463	487	489
$\frac{1,5 \times 1}{6700}$	455	472	479
$\frac{0,8 \times 0,8}{15600}$	471	488	496

Проведенные исследования показали, что наибольшей плотностью обладает древесина ели с изначальной густотой посадки 3300 шт./га, что согласуется с некоторыми имеющимися литературными данными [5]. Значение  $\rho_0$  по вариантам опыта варьировало от 455 до 475 кг/м<sup>3</sup>, при среднем значении данного вида плотности для древесины ели в 420 кг/м<sup>3</sup>. Средние показатели  $\rho_{12}$  в зависимости от густоты лесных культур находились в пределах 479–500 кг/м<sup>3</sup> (сред-



нее значение  $\rho_{12}$  для древесины ели из справочной литературы 445 кг/м<sup>3</sup>) [6].

Поскольку в древесиноведении общепринятым является проведение сравнительной оценки плотности древесины при стандартной 12%-ной влажности, нами дана статистическая обработка полученных значений плотности древесины ели европейской при такой влажности по вариантам густоты (таблица 3).

**Таблица 3 – Результаты статистической обработки значений плотности древесины при 12%-ной влажности**

Показатель	Плотность древесины ели при 12%-ной влажности (кг/м <sup>3</sup> ) по вариантам густоты (шт./га)			
	3300	5000	6700	15600
$\bar{X}$	499,70	489,49	478,78	495,71
$S_{\bar{X}}$	7,43	7,51	4,47	3,97
$S$	42,01	41,12	25,28	22,81
<i>Min</i>	425,54	428,68	428,44	452,77
<i>Max</i>	560,83	582,34	539,17	530,23
$t_{05} S_{\bar{X}}$	15,15	15,35	9,11	8,09
$P, \%$	1,49	1,53	0,93	0,80
$V, \%$	8,41	8,40	5,28	4,60

Из приведенных данных видно, что средняя плотность по вариантам густоты находится в пределах 479–500 кг/м<sup>3</sup>, т. е. вариация немногим более 20 кг/м<sup>3</sup>. Изменчивость рассматриваемого показателя незначительна и не превосходит 9%. Величина относительной ошибки не превышает 2%.

Статистическая обработка данных показала, что во всех случаях доверительные интервалы одной совокупности (густоты) перекрываются доверительными интервалами другой совокупности. Это допускает гипотезу о том, что средние относятся к одной и той же совокупности. Для проверки данной гипотезы рассчитан критерий существенности разности [7]:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{S_{\bar{x}_1}^2 + S_{\bar{x}_2}^2}} = \frac{d}{S_d}$$

Расчеты показали, что при 5%-ном уровне значимости различия средних показателей плотности древесины по вариантам опыта существенны между вариантами с изначальной густотой 3300 и 6700 шт./га, а также 6700 и 15600 шт./га. Фактическое значение  $t$  составило 2,41 и 2,83 соответственно против  $t_{meop.}=2,01$ .

К аналогичному выводу приходим в случае проверки упомяну-

той ранее гипотезы по величине наименьшей существенной разницы ( $НСР_{05}=t_{05} \times S_d$ ). Когда разность между средними  $d \geq НСР$  она считается существенной [7]. В первом случае  $НСР_{05}=17,43$  при разнице между средними  $d=20,92$ , во втором  $НСР_{05}=12,02$  при разнице между средними  $d=16,93$ .

Таким образом, проведенные исследования показали, что изменение плотности древесины в пределах породы, на примере лесных культур ели европейской, обусловлено не только наследственными особенностями и факторами окружающей среды, но и густотой создания лесных культур, а также схемой размещения растений по площади.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Полубояринов, О. И. Плотность древесины. – М.: Лесн. пром-ть. – 1976. – 160 с.
2. Гвоздев В. К., Волкович А. П. Лесоводственное обоснование оптимальной густоты посадки лесных культур ели европейской // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 2 (246). С. 66–72.
3. ГОСТ 16483.1–84 Древесина. Метод определения плотности. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 6 с.
4. Федоров, Н. И., Пауль, Э. Э. Древесиноведение и лесоматериалы. Практикум. – Минск: БГТУ, 2006. – 292 с.
5. Тюрин Д. С., Данилов Д. А. Показатели плотности древесины в 40 летних плантационных культурах ели различной густоты // Актуальные проблемы лесного комплекса / Под общей редакцией Е. А. Памфилова. Сборник научных трудов по итогам международной научно-технической конференции. Выпуск 38. – Брянск: БГИТА, 2014. – С. 52–54.
6. Пауль, Э. Э., Звягинцев, В. Б. Древесиноведение с основами лесного товароведения. – Минск: БГТУ, 2015. – 315 с.
7. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

В.А. Комарова, мл. науч. сотр.;  
И.Э. Куфко, мл. науч. сотр.;  
В.Н. Шевко, мл. науч. сотр.;  
А.В. Константинов, науч. сотр.;  
С.В. Пантелеев, зав. лабораторией, канд. биол. наук  
(ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель)

## **РИЗОКТОНИОЗ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ И ЕЛИ В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ БЕЛАРУСИ**

Ризоктониоз – традиционное заболевание отрасли сельского хозяйства, причиняющее существенный вред различным культурам: картофеля, свекла, соя и др. [1, 2]. На лесном посадочном материале хвойных за последнее десятилетие в условиях Беларуси ризоктониоз генетически диагностировался в единичных случаях и его развитие не описано. Однако за последние несколько лет его встречаемость на сеянцах сосны и ели увеличивается (11,4% случаев доминирующей инфекции). Следует отметить, что в Польше данное заболевание описано на лесном посадочном материале хвойных и лиственных пород в питомниках как одно из наиболее вредоносных и широко встречаемых заболеваний еще в начале 2000-х годов [4].

*Rhizoctonia solani* Kuhn. – возбудитель бурой и сухой гнили (ризоктониоз), факультативный паразит. Поражает все виды хвойный и широкий спектр сельскохозяйственных растений. Чаще поражаются сеянцы до 2-летнего возраста. На всходах *Ризоктония* может вызывать инфекционное полегание аналогичное по симптоматике грибам рода *Фузариум*. Но чаще на 1-2-летних сеянцах данные грибы приводят к загниванию корневой системы и стволика. Болезнь начинает проявляться в виде хлоротического поражения. Хвоя постепенно желтеет, а затем становится коричнево-бурой или серо-зеленой. Со временем верхушечная почка и главный корень темнеют и разлагаются. При интенсивном развитии ризоктониоза в области корневой шейки и основания стволика образуется светло-бурый мицелий и формируются черные склероции гриба похожие на комочки почвы. В питомниках зараженные сеянцы обычно встречаются в группах разных размеров. Эти инфекционные центры часто состоят из нескольких мертвых сеянцев, окруженных сеянцами с разной степенью хлороза хвои (при типичной симптоматике).

Источниками инфекции в питомниках могут служить поверхностно загрязненные семена, переносимые по воздуху базидиоспоры, зараженная почва/субстрат или природный мульчирующий материал.

Болезни способствуют: суглинистые почвы, внесение в весенне-летний период больших доз минеральных и органических удобрений, избыточная влажность почвы (60-90%) и воздуха (обильный полив, дожди, медленное таяние снега). Заболеванию особенно вредно в холодные, дождливые весны (температура воздуха менее 8°C, температура почвы – 15-17°C).

Агротехнические меры борьбы сводятся к соблюдению севооборота, сбалансированному внесению минеральных удобрений, оптимальной глубине (в зависимости от типа почв) и густоте посадки; регулярному проветриванию теплиц и умеренному поливу. Наиболее эффективными химическими методами борьбы являются мероприятия против инфекционного полегания: протравливание семян, пролив почвы в очагах заражения, опрыскивание около очаговых посевов разрешенными к применению фунгицидами.

В сельском хозяйстве для снижения концентрации возбудителей ризоктониоза рекомендуется обработка посадочного материала и почвы фунгицидами с действующими веществами из классов *стробилуринов* (азоксистробин), *фенилпирролов* (флудиоксонил), *имидазолов* (прохлораз), *дитиокарбаматов* (манкоцеб, карбоксин+тирам). Также рекомендуется использование биопрепаратов на основе триходермы и *Bacillus*, как антагонистов ризоктонии. В лесном хозяйстве меры борьбы с ризоктониозом не разработаны.

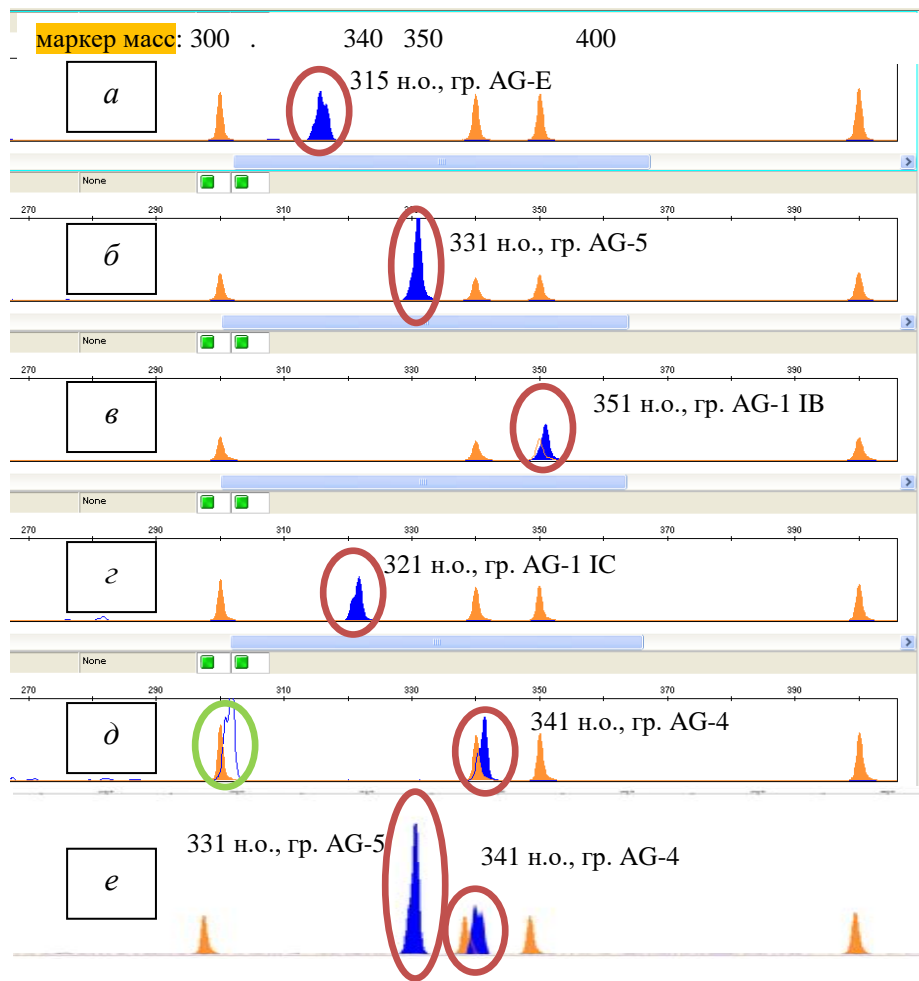
Сложность диагностики данного возбудителя связана с тем, что на данный момент *Rhizoctonia solani* считается комплексом близкородственных видов, характеризующихся разной паразитической специализацией и вредоносностью по отношению к спектру растений (более 200 видов растений). Ризоктония классифицируется по количеству ядер, обнаруженных в клетках гиф, и имеет одноядерные, двуядерные и многоядерные формы. Комплексы, в которых наблюдается слияние клеток гиф получили название «анастомозные группы» (AG).

В настоящее время идентифицировано четырнадцать (AG 1-13 и VI) анастомозных групп *R. solani* и восемнадцать групп двуядерных ризоктоний. Отмечается также наличие спектра подгрупп и экотипов [1, 5]. Описанные группы, подгруппы и экотипы имеют генетические различия, на основании которых имеется возможность разработать диагностические наборы.

Данная группа возбудителей диагностируется в основном с использованием анализа ПЦР-ПДРФ, а также ПЦР с группа-специфическими праймерами [6, 7]. Первый диагностический подход (ПЦР-ПДРФ) успешен только при работе с моноинфекцией или чистой культурой гриба. Второй (ПЦР с группа-специфическими прай-

мерами) – позволяет диагностировать в зависимости от используемых праймеров одну группу или подгруппу, исключая возможное наличие полиинфекции ризоктоний.

В связи с этим в рамках данного исследования был разработан подход к диагностике как моно-, так и полиинфекций ризоктоний с учетом других сопутствующих видов грибов в растительных тканях, основанный на специфическом размере ITS1-локуса анастамозных групп и подгрупп ризоктоний с использованием метода фрагментного анализа (рисунок 1).



- a-г* – моноинфекция ризоктоний: *a* – *Rhizoctonia* sp. AG-E;  
*б* – *R. solani* AG-5; *в* – *R. solani* AG-1 IB; *г* – *R. solani* AG-1 IC;  
*д* – смешанная инфекция *R. solani* AG-4 с другими грибами (зеленый);  
*е* – полиинфекция ризоктоний *R. solani* AG-5 и *R. solani* AG-4  
(синий цвет – ITS1-маркер, оранжевый – маркер масс)

**Рисунок 1 – Набор ITS1-маркеров для диагностики анастамозных групп и подгрупп фитопатогена *Rhizoctonia solani***

Идентифицированные в лесных питомниках за период 2022-2023 гг. анастомозные группы и подгруппы ризоктоний депонированы в международную генетическую базу данных NCBI с присвоением учетных номеров: OR866010, OR866007, OR866011, OR866009, OR866008. Ряд групп *R. solani* выявлены на сеянцах сосны и ели впервые на территории Беларуси.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ajayi-Oyetunde O.O., Bradley C.A. *Rhizoctonia solani*: taxonomy, population biology and management of rhizoctonia seedling disease of soybean // *Plant Pathology*. – 2017. – Vol. 67(1). – P. 3–17.
2. Nagaraj B.T. et al. Morphological, genetic and virulence diversity of *Rhizoctonia solani* isolates from different rice growing regions of Southern India // *Research Journal of Biotechnology*. – 2019. – Vol. 14 (5). – P. 16–23.
3. Liu Z.L., Sinclair J.B. Genetic diversity of *Rhizoctonia solani* anastomosis group 2 // *Molecular Plant Pathology*. – 1992. – Vol. 82 (7). – P. 779–787.
4. Duda B., Orlikowski L.B. *Rhizoctonia solani* on coniferous seedlings in forest nurseries // *Journal of Plant Protection Research*. – 2004. – Vol. 44 (3). – P. 175–180.
5. Aydin M.H., Unal F. Anastomosis groups and pathogenicity of *Rhizoctonia solani* Kühn isolates obtained from Pistachio (*Pistacia vera* L.) saplings in Siirt Province, Turkey // *Turkish Journal of Agricultural Research*. – 2021. – Vol. 8 (1). – P. 18–26.
6. Salazar O., Julian M.C., Rubio V. Primers based on specific rDNA-ITS sequences for PCR detection of *Rhizoctonia solani*, *R. solani* AG 2 subgroups and ecological types, and binucleate *Rhizoctonia* // *Mycol. Res.* – 2000. – Vol. 104 (3). – P. 281–285.
7. Guillemaut C., Edel-Hermann V., Camporota P., Alabouvette C., Richard-Molard M., Steinberg C. Typing of anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* by restriction analysis of ribosomal DNA // *Can J Microbiol.* – 2003. – Vol. 49 (9). – P. 556–568.

Д.А. Коновалова, асп.;  
 Н.П. Братилова, проф., д-р с.-х. наук;  
 А.А. Коротков, доц., канд. с.-х. наук  
 (СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск,  
 Российская Федерация)

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА СЕЯНЦЕВ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Одним из перспективных видов посадочного материала для искусственного лесовосстановления в России являются сеянцы хвойных пород с закрытой корневой системой (ЗКС) [1-3, 7]. Такой посадочный материал, по мнению ряда исследователей, дает возможность увеличить продолжительность лесокультурного сезона и отличается лучшей приживаемостью.

В настоящее время в качестве субстрата для выращивания сеянцев с ЗКС применяется преимущественно верховой торф [1, 6]. При этом значительное внимание оказывается подбору альтернативных смесей, при использовании которых происходит удешевление посадочного материала или улучшение его характеристик.

Некоторые исследователи полагают перспективным использование вместо торфа кокосового волокна [8], другие считают целесообразным введение в субстрат агроперлита для улучшения его агрофизических свойств [4, 5, 9].

В наших исследованиях было изучено влияние субстратов разных составов на рост сеянцев сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica*). Был поставлен сравнительный опыт, где в качестве главного компонента субстратов было использовано: 1) торф производства компании ООО "КрасКИП", 2) нейтрализованный верховой торф «Агробалт-Н», 3) кокосовый субстрат Millennium Ultima Шри Ланка (70 % крупная фракция, 30 % средняя с мелкой). В качестве добавок к торфу применяли агроперлит М150ГОСТ в соотношении 3:1 (табл. 1).

**Таблица 1 – Экспериментальные варианты субстратов**

Номер варианта	Субстрат	Пропорции смеси, %
1	торф ООО "КрасКИП"	100
2	торф «Агробалт-Н»	100
3	кокосовый субстрат Millennium Ultima	100
4	торф ООО "КрасКИП" + кокосовый субстрат	66,6/33,3
5	торф «Агробалт-Н» + кокосовый субстрат	66,6/33,3
6	торф ООО "КрасКИП" + агроперлит	75/25
7	торф «Агробалт-Н» + агроперлит	75/25

Сеянцы сосны кедровой сибирской выращивались в теплице. В сентябре 2023 г. были перевезены на площадку закаливания (рис.).



Рисунок – Кассеты на 64 ячейки с опытными сеянцами

Средняя высота сеянцев с ЗКС к концу первого вегетационного сезона составила от 2,7 до 3,5 см в зависимости от состава субстрата (табл. 2).

Таблица 2 – Высота сеянцев, см

Обозначение варианта субстрата	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	$t_{\phi}$ (при $t_{05}=2,04$ )
1	3,2	0,11	0,46	14,5	3,4	-
2	3,1	0,13	0,53	17,1	4,0	0,56
3	3,2	0,12	0,49	15,2	3,6	0,00
4	3,5	0,11	0,49	14,0	3,3	1,93
5	3,1	0,09	0,40	12,9	3,0	0,70
6	2,7	0,13	0,55	20,1	4,7	2,94
7	2,8	0,10	0,40	14,2	3,4	2,69

Проведенные исследования показали, что кокосовый субстрат может служить альтернативой торфяным смесям для выращивания сеянцев сосны кедровой сибирской. Высота растений в торфяных и кокосовых смесях не имела достоверных различий.

Добавление кокосового волокна к торфу местного (красноярского) происхождения оказывает положительное влияние на рост сеянцев. Высота сеянцев на торфяных субстратах с примесью агроперлита в соотношении 3:1 достоверно меньше, чем в сравниваемых вариантах субстратов.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Бабков, А. В. Агротехнология выращивания посадочного материала хвойных пород с закрытой корневой системой / А.В. Бабков // Лесное и охотничье хозяйство, 2013. – № 10. – С. 9–13.
2. Братилова Н.П., Коротков А.А., Коновалова Д.А. Влияние субстрата на рост и развитие сеянцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой / Хвойные бореальной зоны. 2022. Т. 40. № 5. С. 347–352.
3. Иващенко, Н. Н. Выращивание сеянцев сосны обыкновенной в закрытом грунте / Н. Н. Иващенко, Л. И. Лугинина ; – Нижний Новгород : НГАТУ Успехи современной науки, 2017. – Т. 1. – № 8. – С. 151–154.
4. Коновалова Д. А. Выращивание сеянцев сосны кедровой сибирской с закрытой корневой системой на экспериментальных субстратах/ Д.А. Коновалова, Д.Д. Пономарев, Н.П. Братилова, А.А. Коротков, А.В. Мантулина // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. ХLI №5. С. 379–383.
5. Мухортов, Д. И. Рост и развитие сеянцев сосны обыкновенной в контейнерах при использовании субстратов различной плотности сложения / Д. И. Мухортов, А. В. Антропова // Лесные экосистемы в условиях изменения климата, биологическая продуктивность и дистанционный мониторинг : Международный сборник научных статей (9 нояб. 2019 г., Йошкар–Ола). – Йошкар–Ола : ПГТУ, 2019. – С. 42–53.
6. Соколовский, И. В. Изменение реакции среды сепарированного верхового торфа / И. В. Соколовский, А. А. Домасевич // Труды БГТУ. – Минск : БГТУ, 2016, – № 1. - С. 144–147.
7. Титов, Е. В. Кедр / Е. В. Титов ; – Москва : Колос, 2007. – 152 с.
8. Шахар, Йоси. Структура кокосового субстрата – ключ к его качеству / Шахар Йоси, Шалмон Эли // ГАВРИШ, 2011. – №м 3. – С. 26–28.
9. Якимов Н. И. Использование нового водорастворимого удобрения для выращивания сеянцев сосны с закрытой корневой системой / Н. И. Якимов, А. В. Юренин, О. Ю. Артемчук // Лесное хозяйство, 2012. – № 1. – С. 213–214.

А.В. Константинов, науч. сотр.;  
А.С. Велюгина, маг., мл. науч. сотр.;  
И.А. Хархасова, асп., мл. науч. сотр.;  
С.А. Коваленко, зав. сектором, канд. с.-х. наук;  
С.В. Пантелеев, зав. лабораторией, канд. биол. наук  
(ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Беларусь)

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИСЛОТНОСТИ СУБСТРАТОВ ПРИ ТВЕРДОФАЗНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ НЕКОТОРЫХ САПРОТРОФНЫХ ГРИБОВ**

Одним из важнейших факторов, регулирующих метаболизм и рост чистых культур высших базидиальных грибов, является рН питательной среды. Для большинства грибов оптимальные значения рН находятся в пределах 5–6, хотя многие из них способны расти при значительных изменениях показателей кислотности [1]. Различают два вида кислотности: актуальную и потенциальную, потенциальная при этом подразделяется на обменную и гидролитическую. Актуальная кислотность измеряется при взаимодействии субстрата с дистиллированной водой ( $pH_{\text{водн.}}$ ). Она зависит от наличия в субстратном растворе свободных органических и минеральных кислот (главным образом, угольной кислоты). Обменная и гидролитическая кислотности обусловлены наличием обменных водорода и алюминия и определяются путем вытеснения ионов  $H^+$  и  $Al^{3+}$  раствором нейтральной соли  $KCl$  или гидролитически щелочной соли [2].

Концентрация водородных ионов в субстрате оказывает существенное влияние на характер метаболических процессов. От уровня рН зависят поступление питательных веществ в клетку, активность ферментов, образование грибами пигментов, антибиотиков, а также половое и бесполое спороношение. Значение оптимального рН для развития высших грибов определяется соотношением углерода и азота в субстрате. Увеличение концентрации углеводов при постоянном содержании азота вызывает значительные отклонения в углеводном обмене грибов [3]. В связи с этим представляется необходимым предварительно установить те пределы рН, в которых происходит активный рост исследуемых штаммов. Учитывая при этом, что оптимальный рН среды будет различным на разных субстратах, зависеть от других условий культивирования и может быть точно определен лишь для конкретных условий проведения ферментационного процесса [4].

Кислотность субстрата может изменяться во время роста грибов, поскольку грибы выделяют органические кислоты (глюконовую, лимонную, яблочную, янтарную, фумаровую и др.). Также известно,

что рН клеточного сока плодовых тел шляпочных грибов колеблется в пределах 5,9–6,2 [1, 4, 5]. В связи с этим для приготовления субстратов существует необходимость учета буферных возможностей места обитания грибов [4].

Таким образом, значения рН среды, благоприятные для роста, специфичны и определяются физиологическими особенностями штамма и требуют измерения на различных этапах культивирования.

Целью эксперимента являлось оптимизация методики оценки уровня кислотности субстратов на основе листового опада после твердофазного культивирования сапротрофных грибов (на примере Сморчка и Навозника).

Исходным материалом для эксперимента являлись чистые культуры из коллекции штаммов грибов Института леса НАН Беларуси: штамм FIB-469 – Навозник рассеянный *Coprinellus disseminates* ((Pers.) J.E. Lange, 1938), штамм FIB-332 – Сморчок *Morchella importuna* (M.Kuo, O'Donnell, T.J.Volk, 2012, ранее комплекс видов *M. conica*). В коллекции штаммы поддерживаются при 4-6 °С методом субкультуры на косом агаре с использованием среды на основе сусла (4° по Баллингу) и микробиологического агара (20%).

Вегетативный рост штаммов изучался на чашках Петри: сусло-агаровая питательная среда (на 1 л пивного сусла 6-8° по Баллингу 20 г агара), рН 5,5-6,5. Инокулированные чашки Петри плотно оборачивали полиэтиленовой пленкой для предотвращения пересыхания, культивировали на протяжении двух недель при температуре 24 °С.

Морфолого-культуральные свойства чистых культур штаммов в коллекции оценивали в ходе периодического субкультивирования. Навозник рассеянный колония войлочная; воздушный мицелий ватобразный, свалывшийся; цвет наружной поверхности колонии белоснежный; поверхность колонии ровная; форма колонии по характеру развития воздушного мицелия неравномерная; отмечается наличие хохолка в центральной части; зона роста однородная; край колонии прижатый; внешняя линия гладкая; реверзум неизменный; плотность колонии 3 балла, высота 2 мм, ростовой коэффициент на 7-е сутки 48. Сморчок *M. importuna* формировал желтовато-белый войлочный мицелий. Рост колоний интенсивный, диаметр колоний до 100 мм к седьмым суткам. Профиль колоний плоский с каплевидным центром. Реверзум темноокрашенный. Плотность колонии 4 балла, высота колонии 2 мм, ростовой коэффициент на 7-е сутки – 48.

Для изучения отдельных аспектов дальнейшего практического использования отобранных штаммов макромицетов на примере *C. disseminatus* и *M. importuna* осуществляли изучение кислотности суб-

стратов после твердофазного культивирования и поиск наиболее подходящей методики определения водородного показателя. В связи с тем, что ряд естественных субстратов (на основе зерна, отрубей, опилок и др.) не в полной мере пригодны для наработки мицелия нами был поставлен эксперимент по культивированию изучаемых штаммов грибов на субстратах из листового опада (ЛО) и его смеси с верховым торфом (ЛО+Т). Для оценки ростовых показателей мицелия микоризообразующих грибов при твердофазном культивировании, выращивании на различных субстратах на 20-е сутки после посева маточного мицелия на субстраты проводили оценку индекса, выражаемого в баллах: 1 балл – мицелий занимал до 20% объема субстрата, 2 балла – более 20 до 40%, 3 балла – более 40 до 60%, 4 балла – более 60 до 80%, 5 баллов – более 80 до 100%.

По результатам исследования *C. disseminatus* образовывал плотный бело-серый мицелий и на субстрате из листового опада развивался в разы интенсивнее, чем на его смеси с верховым торфом (4 и 1 балл соответственно). В то же время, штамм *M. importuna* характеризовался сходными высокими показателями роста вне зависимости от состава апробированных субстратов, достигая в конце периода культивирования 85% и 100% объема субстрата соответственно. Менее интенсивное развитие мицелия изучаемых штаммов в случае смешивания листового опада с торфом может быть связано как с меньшей влажностью субстрата, так и с пониженной доступностью питательных веществ в указанном субстрате в результате неподходящей реакции среды или иными его физико-химическими свойствами.

Исходя из полученных данных, требуется двадцатичасовое выдерживание образцов субстратов в 1Н КСl или дистиллированной воде для более качественного определения водородного показателя. Установлено, что кислотность солевой вытяжки субстратов, освоенных мицелием, находится в узком диапазоне 5,7-6,0 для *C. disseminatus* и 6,4-6,6 для *M. importuna*. Значения, полученных при анализе общей кислотной водной вытяжки незначительно различались в отношении вариантов с культивированием *M. importuna* на 0,3 в большую сторону и 0,2 в меньшую для вариантов субстратов «листовой опад» и «листовой опад+верховой торф», соответственно. При этом различия показателей общей кислотности водной вытяжки для указанных вариантов субстрата в случае культивирования более выражены: на 1,1 выше и на 0,7 выше соответственно. Общая кислотность водной вытяжки обусловлена содержанием свободной углекислоты, органических кислот и их ненасыщенных соединений, что при анализе образцов субстратов дает более информативный результат, учитывающий содержание в них элементов питания, различных при-

месей, а также, в случае субстратов с наработанным мицелием, комплекс вторичных метаболитов. Результаты измерения рН субстратов на основе листового опада и его смеси с верховым торфом после 20-и суток выращивания мицелия приведены в таблице.

**Таблица – Водородный показатель естественных субстратов после наработки мицелия навозника и сморчка**

Состав субстрата	рН <sub>КСl</sub>		рН <sub>водн.</sub>	
	6 ч	24 ч	6 ч	24 ч
<i>Coprinellus disseminatus</i>				
ЛО	5,7	5,7	6,2	6,8
ЛО+Т	6,1	6,0	6,7	6,7
<i>Morchella importuna</i>				
ЛО	6,4	6,4	6,8	6,7
ЛО+Т	6,6	6,6	7,1	6,4

Таким образом, изученные субстраты можно применять для периодического культивирования с целью поддержания ферментативной активности штаммов и сохранения их потенциала к росту на различном органическом материале. В качестве экспресс метода измерения рН субстратов можно использовать методику с использованием 1Н КСl. По результатам исследования достаточно 6 часов выдерживания субстрата в солевом растворе, после чего значения кислотности не меняются. При использовании водной вытяжки стабильное значение достигается только после выдерживания образца в течении 24 ч.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Abubakar A., Suberu H.A., Bello I.M. et al. Effect of pH on mycelial growth and sporulation of *Aspergillus parasiticus*. Journal of Plant Sciences, 2013. Vol. 1(№ 4). P. 64–67.
2. Апарин Б.Ф. Почвоведение: учебник для образовательных учреждений среднего профессионального образования. М.: Издательский центр «Академия», 2012. 256 с.
3. Мудрецова-Висс К.А., Дедюхина В.П., Масленникова Е.В. Основы микробиологии: учебник. Владивостокский университет экономики и сервиса. 5-е изд., испр. и доп. М.: ИНФРА-М, 2014. – 354 с.
4. Tyagi S., Paudel R. Effect of different pH on the growth and sporulation of *Fusarium oxysporum*: The causal organism of wilt disease of Tomato. International Journal of Basic and Applied Biology (IJBAB), 2014. Vol. 2 (№ 1). P. 103–106.
5. Беккер З.Э. Физиология и биохимия грибов. М.: Издательство Московского университета, 1988. 230 с.

А.В. Константинов, науч. сотр.;  
Д.В. Кулагин, науч. сотр.;  
Л.А. Богинская, мл. науч. сотр.;  
Н.В. Осипенко, асп., мл. науч. сотр.;  
Е.Н. Полевикова, инж. 1 кат.;  
О.В. Емельянова, инж. 1 кат.;  
М.П. Кусенкова, науч. сотр.  
(ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель)

### **МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ РЕГЕНЕРАНТОВ БЕРЕЗЫ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛИРУЕМЫХ АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССОВ *IN VITRO***

Лесные экосистемы находятся в условиях постоянно возрастающей антропогенной нагрузки, что на фоне постоянно усложняющихся климатических условий определяет необходимость развития новых подходов в лесной селекции для направленного скрининга форм древесных растений, характеризующихся комплексной устойчивостью к воздействию неблагоприятных условий среды [1, 2].

Наряду с засухой и экстремальными температурами, одним из основных абиотических факторов, оказывающих негативное влияние на ростовые и метаболические процессы растений, выступает засоление. Негативное воздействие накопления различных солей (нитратов, хлоридов и др.) проявляется в ухудшении процессов минерального питания, водного обмена, биосинтеза и работы фотосинтетического аппарата, что влечет снижение ростовой активности, скорости накопления биомассы и сопротивляемости патогенным инфекциям и вредителям [3].

На основе современных принципов инженерии окружающей среды возможна разработка эффективных решений проблемы засоления почв путем лесовосстановления с использованием посадочного материала, размноженного с применением методов лесной биотехнологии. Важным аспектом является возможность проведения клеточной селекции, разработка основ которой включает моделирование стрессовых условий для дифференциации генотипов, выделенных по различным хозяйственным признакам [2, 4].

Цель работы состояла в оценке сохранности и изучении особенностей органогенеза микроклональных растений березы в культуре тканей под воздействием искусственного засоления и осмотического стресса в культуре тканей.

В качестве объектов для проведения исследований использовали регенеранты стабильных культур различных представителей рода *Bet-*

*ula* L. из коллекции *in vitro* Института леса НАН Беларуси: береза повислая (*B. pendula* Roth., клоны бб31, бб9а1, 171-б, 6-161/3, 6-167/9, 6-176/18, 66-150/10, 171-б) и ее карельская форма: (*B. pendula* Roth. var. *carelica* (Mercklin) Hämet-Ahti, клоны С08419, кб2а1, кб76, ВСО6, кб81, КСО6), береза пушистая (*B. pubescens* Ehrh., клон бп3ф1), а также гибриды различного происхождения (*B. pendula* × *B. pubescens* и *B. pubescens* × *B. pendula*, клоны 52-84/8 и Вh5f3п, соответственно).

Двухмесячные микропобеги мультиплицировали в культуральные сосуды объемом 100 мл на среды MS (Murashige & Skoog, 1962), дополненные для моделирования условий солевого и осмотического стресса хлоридом натрия или полиэтиленгликолем (ПЭГ-6000) в концентрациях 0,25%, 0,50% и 4%, 6% соответственно, регенеранты контрольной группы культивировали на среде без добавок. Продолжительность пассажа составляла 45 суток. Все эксперименты ставили в двух повторностях, высаживая по 20 эксплантов на каждый вариант среды. Еженедельно оценивали жизнеспособность эксплантов и их морфофизиологическое состояние. В конце пассажа рассчитывали интенсивность укоренения (процент укоренившихся эксплантов от числа жизнеспособных).

Культивирование на средах, содержащих NaCl, приводило к постепенному некрозу базальных частей эксплантов, при этом интенсивность повреждения тканей увеличивалась с повышением содержания соли в среде. Так в случае концентрации NaCl равной 0,50% к концу первой недели выращивания для отдельных клонов был отмечен некроз от 45,0-52,2% материала (клоны бб31 и бб9а1, С08419, бп3ф1), 65,0-67,5% (клоны 6-197/9 и 6-176/18) и до 100% материала (клоны 6-161/3, 66-150/10, 171-б березы повислой и кб2а1, ВСО6, кб81, КСО6 карельской березы, гибрида Вh5f3п). В то же время у регенерантов гибридной березы 52-84/8 видимые признаки повреждения стали заметны после 12-17 дней культивирования эксплантов, количество некротизированного материала составило не более 30,0%, при этом на 7 день визуально отмечали начало развития побегов из пазушных почек на фрагментах стеблей.

Относительно интенсивности ризогенеза на средах с добавлением хлорида натрия выявлены следующие особенности: при концентрации 0,25% NaCl наибольший процент укоренившегося материала березы повислой получен в случае регенерантов клонов 6-176/18 и 171-б (61,5% и 51,9%), для карельской березы клонов С08419 и кб76 отмечено укоренение до 71,0-74,2%, а гибридной березы 52-84/8 и бп3ф1 – 93,9% и 64,9% соответственно. Укореняемость регенерантов снижалась в 1,2-4,9 в сравнении с контрольными показателями.

Корнеобразования в присутствии 0,50% концентрации NaCl отмечалось лишь у отдельных растений или отсутствовало для большинства клонов, исключая бб31, 6-176/18, кб76, 52/84-8 и бп3ф1.

Отмечено, что на средах, содержащих хлорид натрия, экспланты тестируемых клонов березы отличались формированием небольших утолщений базальных частей микрочеренков, при этом экспланты клонов 171-б, кб2а1 и КСО6 характеризовались развитием сахаристого каллуса. Указанная реакция может являться проявлением защитно-морфогенетического ответа на токсическое действие NaCl.

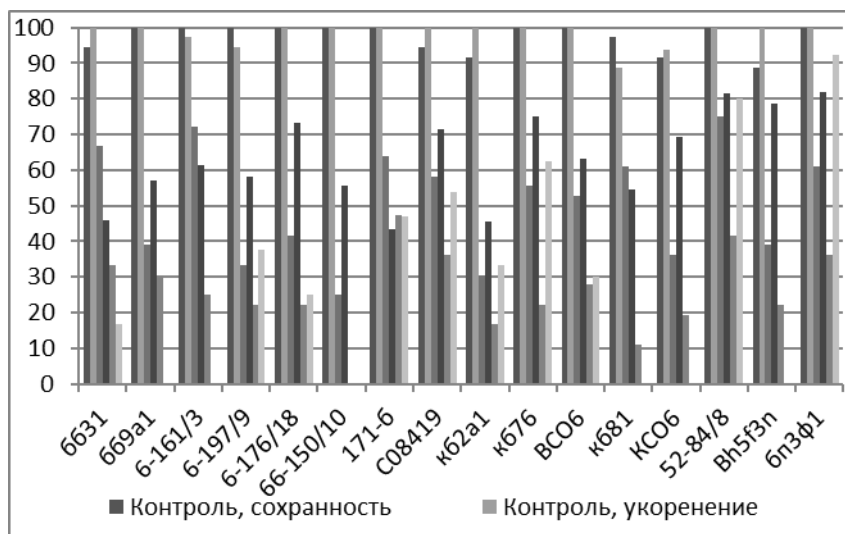


**Рисунок 1 – Сохранность и укоренение микрочеренков березы *in vitro* различных клонов в присутствии хлорида натрия**

В конце пассажа на средах с ПЭГ-6000в отмечали признаки витрификации некоторых развившихся микропобегов в апикальных частях. На среде с 4% ПЭГ для березы повислой установлена жизнеспособность 25,0-72,2% регенерантов, большие значения отмечены для клонов 6-161/3 и 171-б (72,2% и 63,9% соответственно). В то же время на средах с 6% ПЭГ изучаемый показатель не превышал 47,2% (клон 171-б), а для регенерантов бб31, 6-167/9 и бб9а1 (33,3-38,9%). Экспланты клона бб-150/10 ростовой активности не проявили.

Относительно клонов карельской березы следует отметить пониженную, в сравнении с березой повислой жизнеспособность черенков в условиях моделируемого стресса в культуре тканей, максимальная сохранность материала 61,1% отмечена для клона кб81 и 58,3% для С08419 при использовании 4% ПЭГ. При повышении содержания селективного агента в среде до 6%, показатель снижался соответственно до 11,1% и 36,1%.





**Рисунок 2 – Сохранность и укоренение микрочеренков березы *in vitro* различных клонов в присутствии полиэтиленгликоля**

Оценка интенсивности укоренения регенерантов березы повислой показала, что на средах с 4% ПЭГ корни формируют до 73,3% микрорастений (клон 6-176/18), укоренение около 58% растений установлено для клонов бб9а1 и 6-161/3, а для клонов бб31 и 171-б отмечены чуть меньшие показатели: 45,8% и 43,5% соответственно.

При 6% содержании ПЭГ в среде, максимальный ризогенез наблюдался для клона 171-б (47,1%), при этом регенеранты клонов бб9а1 и 6-161/3 корней не формировали. Микроклональные растения карельской березы на фоне 4% ПЭГ укоренялись интенсивнее: показатель варьировал в широких пределах 33,3-75,0%. Кроме того, отмечено корнеобразование на уровне 30,0-62,5% и в случае 6% содержания ПЭГ в среде.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Tal M. *In vitro* selection for salt tolerance in crop plants: Theoretical and practical considerations // *In Vitro Cell. Dev. Biol.* 1994. Vol. 30, No 4. P. 175-180.
2. Parida A., Das A. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review // *Ecotox. and Env. Safety.* 2005. Vol. 60. P. 324–349.
3. Agarwal P.K., Shukla P.S., Gupta K. Bioengineering for salinity tolerance in plants: state of the art // *Molecular biotechnology.* 2013. Vol. 54. P. 102–123.
4. Табацкая Т.М., Внукова Н.И., Машкина О.С. Влияние засоления на рост и развитие березы пушистой и карельской березы в условиях *in vitro* и *ex vitro* // *Вестн. Поволж. ун-та.* 2021. №3 (51). С. 59-68.

А.В. Константинов, науч. сотр.;  
М.Я. Острикова, ст. науч. сотр, канд. биол. наук;  
И.А. Хархасова, асп., мл. науч. сотр.;  
С.В. Пантелеев, зав. лабораторией, канд. биол. наук  
(ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель, Беларусь)

## **ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ПОВЕРХНОСТНОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ ЭКСПЛАНТОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЧИСТЫХ КУЛЬТУР ГРИБОВ**

Термин стерилизация (от лат. «*sterilis*» – бесплодный) применительно к культивируемым биотехнологическим объектам означает полное уничтожение вегетативных клеток микроорганизмов в питательных средах, посуде и непосредственно на поверхности исходных эксплантов. Особое значение стерилизация приобретает при поддержании изолятов и штаммов в чистой культуре. Использование методов стерилизации в комбинации со стерильным оборудованием и материалами позволяет проводить более точные эксперименты, свободные от влияния последствий развития нежелательной микрофлоры [1].

Степень загрязнения материала посторонней микрофлорой зависит от источника материала для инициации чистых культур. В связи со сбором в природных условиях в теплое время года, обусловленным четкой сезонностью развития грибов, плодовые тела контаминированы большим количеством микроорганизмов, что осложняет ряд их биологических особенностей: пористая структура тканей, неоднородность покровов и слизистая поверхность. Развитие плодовых тел в подстилочном горизонте почвы, ведет к массовому обсеменению бактериями и микромицетами.

Успешность стерилизации связана с целым рядом факторов: степенью зрелости и поражения плодовых тел насекомыми-микофагами, условий их хранения, а также качеством предварительной обработки, типов применяемых стерилизующих агентов и временем экспозиции, особенностями исходных эксплантов [2, 3].

Таким образом, выделение изолятов требует разработки такой последовательности действий, при которой достигается максимальная доля жизнеспособных эксплантов без признаков микробной контаминации, так как решение задачи по разделению мицелия целевого вида от присутствия нежелательных примесей крайне трудоемко.

Были апробированы три схемы поверхностного обеззараживания исходного материала (свежих плодовых тел и фрагментов корней с микоризными окончаниями): 1. обработка 3% перекисью водорода (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) с последующим промыванием 96 % этиловым спиртом

(C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) в течение 5 минут и ополаскиванием стерильной дистиллированной водой; 2. обработка 70 % этанолом 30 секунд и двукратное промывание дистиллированной водой по 5 минут; 3. обработка 70 % этанолом с последующим выдерживанием 3 минуты в 0,1% сулемы (HgCl<sub>2</sub>) и двукратным промыванием стерильной дистиллированной водой. Материал (фрагменты базидиом рядовки и фрагменты корневых систем двухлетних сеянцев сосны обыкновенной, собранных на территории Корневской ЭЛБ Института леса НАН Беларуси) после обработки эксплантировали по 6-10 шт. на плотные питательные среды MS, содержащие 7,0 г/л микробиологического агара, 30,0 сахарозы и культивировали в термостате.

После 5 суток культивирования проводили учет признаков наличия контаминирующей микрофлоры –роста колоний бактерий и развития плесневых грибов. Бактериальная контаминация преобладала во всех вариантах опыта. Результаты представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Эффективность различных схем поверхностной стерилизации фрагментов корней сосны обыкновенной с микоризными окончаниями при выделении грибов в чистую культуру**

Схема	Исходное кол-во	Стерильных / контаминированных эксплантов, шт./%	Источник заражения, шт./%	
			Бактерии	Плесневые грибы
1	32	17/53,1 / 15/46,9	12/80,0	5/33,3
2	30	12/40,0 / 18/60,0	13/72,2	9/50,0
3	34	23/67,6 / 11/32,4	9/81,8	3/27,3

Установлено, что в случае культивирования фрагментов корней сеянцев с микоризными окончаниями, лучшей схемой предварительной стерилизации является промывание спиртом с последующим экспонированием материала в 0,1% растворе хлорида ртути.

Указанная обработка позволяет снизить количество контаминированного материала до 32,4% в сравнении с 46,9% и 60,0% при применении схем, не предусматривающих использование жесткой стерилизации ртутьсодержащим агентом.

Следует отметить эффективность сулемы в отношении подавления развития плесневых грибов на фрагментах корней сеянцев сосны обыкновенной, контаминация микромицетами составила не более 27,3% в общем объеме заражения.

Несмотря на эффективность последовательного применения спирта и сулемы при указанной схеме до 81,8% контаминации составляли бактерии, что сравнимо с результатами в случае схем 1 и 2

(80,0% и 72,2% соответственно) и связано с высокой обсемененностью почвы микроорганизмами.

В случае стерилизации фрагментов тканей плодовых тел грибов выход до 84,0% и 82,0% стерильных и жизнеспособных эксплантов от исходного количества (50 шт.) соответственно.

Следует отметить, что в случае применения перекиси водорода на 20,4% материала отмечали развитие процессов некроза, который может быть связан как с химическим ожогом тканей, так и деятельностью бактериальной микрофлоры, не проявляющейся на питательной среде (таблица 2).

**Таблица 2 – Эффективность различных схем поверхностной стерилизации высечек базидиом при введении в культуру**

Схема	Исходное кол-во	Стерильных эксплантов, шт./%	Жизнеспособных / контаминированных / некротизированных эксплантов, шт./%	Источник заражения, шт./%	
				Бактерии	Плесневые грибы
1	54	31/57,4	21/38,9 / 23/4,4 / 11/20,4	17/8,1	8/3,8
2	56	26/46,4	26/46,4 / 30/2,6 / 4/7,1	21/2,8	15/2,0
3	50	42/84,0	41/82,0 / 8/0,3 / 3/6,0	12/4,5	5/1,9

Таким образом, по результатам нашего эксперимента, наиболее подходящей схемой обработки, позволяющей элиминировать контаминирующую микрофлору, как с фрагментов корней семян, так и с высечек из плодовых тел высших грибов, является обработка этанолом и раствором сулемы с двукратным промыванием стерильной дистиллированной водой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гайсина Л.А., Фазлутдинова А.И., Кабиров Р.Р. Современные методы выделения и культивирования водорослей: учебное пособие. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2008. – 152с
2. Поликсенова В.Д., Храмов А.К., Пискун С.Г. Методические указания к занятиям спецпрактикума по разделу «Микология. Методы экспериментального изучения микроскопических грибов» для студентов 4 курса дневного отделения специальности «G 31 01 01 – Биология». – Мн.: БГУ, 2004. – 36 с.
3. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Дрофа. 2004. С. 149–165.

С.В. Коптев, гл. науч. сотр, д-р с.-х. наук;  
С.В. Ярославцев, и.о. директора, канд. с.-х. наук  
(ФБУ «СЕВНИИЛХ», г. Архангельск, Российская Федерация)

## **ТОВАРНОСТЬ ЕЛЬНИКОВ НА СЕВЕРНОМ ПРЕДЕЛЕ РАСПРСТРАНЕНИЯ**

Планирование мероприятий по использованию, защите и мониторингу лесных ресурсов невозможно без актуальных лесотаксационных нормативов. Для притундровых ельников, произрастающих на Крайнем Севере Европейской части России в районе притундровых лесов и редкостойной тайги Европейско-Уральской части Российской федерации актуальные нормативы оценки сортиментной и товарной структуры, отсутствовали, что снижало точность лесоучетных работ. Все это послужило основанием для их разработки.

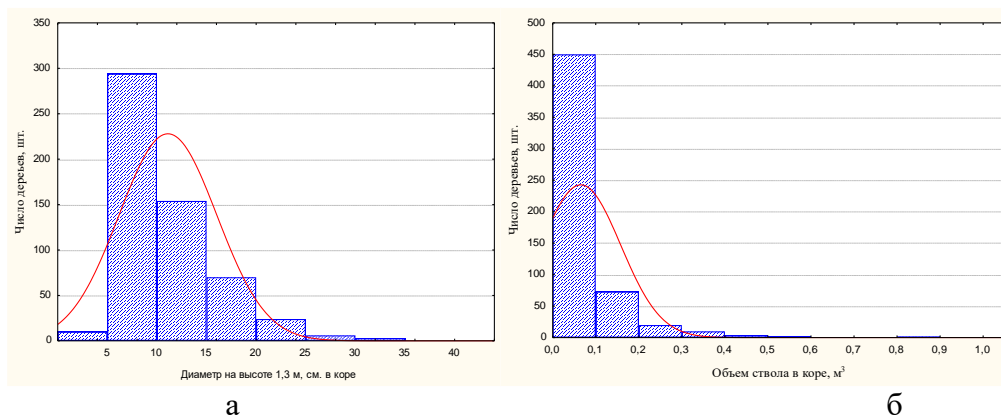
Целью исследования явилось выявление закономерных связей таксационных параметров древостоев и разработка на их основе нормативов таксации сортиментной и товарной структуры притундровых ельников. Составление разрядных и объемных таблиц основано на общеизвестных закономерностях строения однородных древостоев [1, 2, 3]. Составление сортиментных таблиц основано на фактической сортиментной структуре модельных (учетных) деревьев, реперезентативно представляющих исследуемую совокупность по разрядам высот и ступеням толщины.

При проведении исследований использовали метод пробных площадей. Объекты исследования расположены в районе притундровых лесов Архангельской области (Архангельское, Мезенское лесничество) и Республики Коми (Усть-Цилемское лесничество).

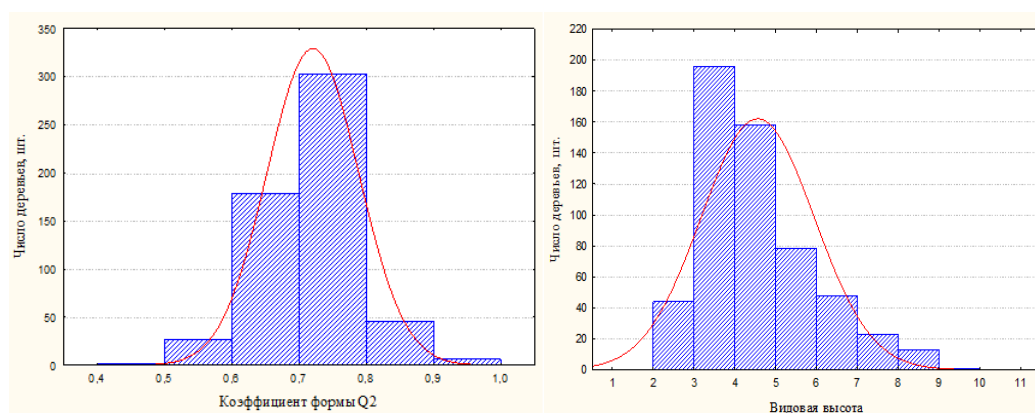
Пробные площади закладывали в спелых и перестойных модальных еловых насаждениях в соответствии с общепринятой в лесохозяйственной практике методикой [4]. На каждой пробной площади изучали модельные деревья, взятые из всех градаций диаметров по принципу пропорциональной представленности.

На рисунке 1 показаны распределения числа деревьев по таксационному диаметру и объему стволов. Заметно преобладание деревьев малых размеров.

Для каждого модельного и учетного дерева были определены характеристики формы ствола, числа сбega на относительных высотах, объемы стволов в коре и без коры. На рисунке 2 приведено распределение числа модельных деревьев по коэффициенту формы  $q_2$  и видовой высоте  $FH$ .



**Рисунок 1 – Распределение числа модельных деревьев по диаметру на высоте 1,3 м (А) и объему ствола (Б)**

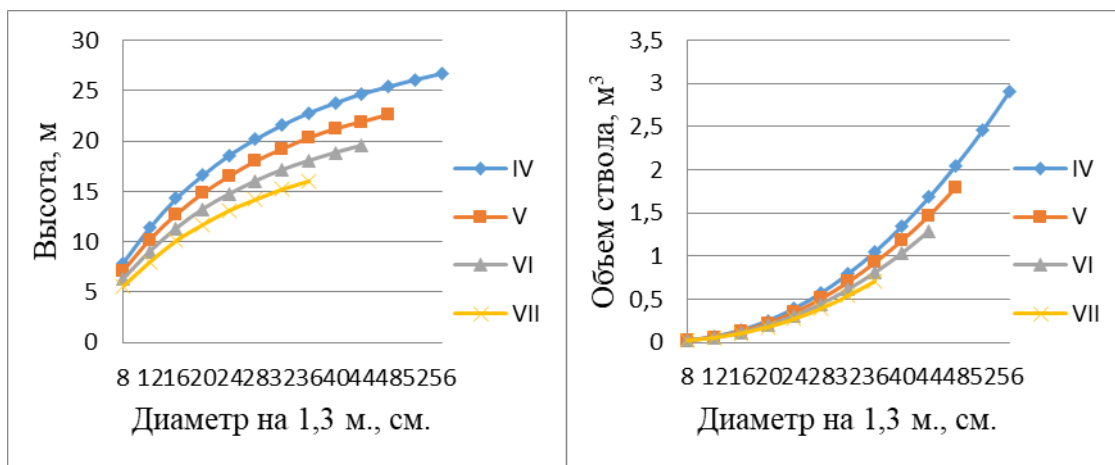


**Рисунок 2 – Распределение числа модельных деревьев по коэффициенту формы  $q_2$  и видовой высоте  $HН$**

Выход сортиментов определяли интегрированием образующей древесного ствола, выраженной кубическим сплайном. При сортиментации моделей учитывали размеры сучьев на разной высоте ствола по диаметрам их оснований, а также грибные поражения, совокупно влияющие на сортиментную и товарную структуру древостоев. Всего в работе использованы данные 97 пробных площадей, обмеры 1278 модельных и учетных деревьев [5, 6].

Для составления таблиц объемов стволов мы использовали разработанную нами шкалу разрядов высот для притундровых еловых древостоев. В шкале разрядов высот и объемов стволов для притундровых ельников добавлен низший 7 разряд (рис. 3).

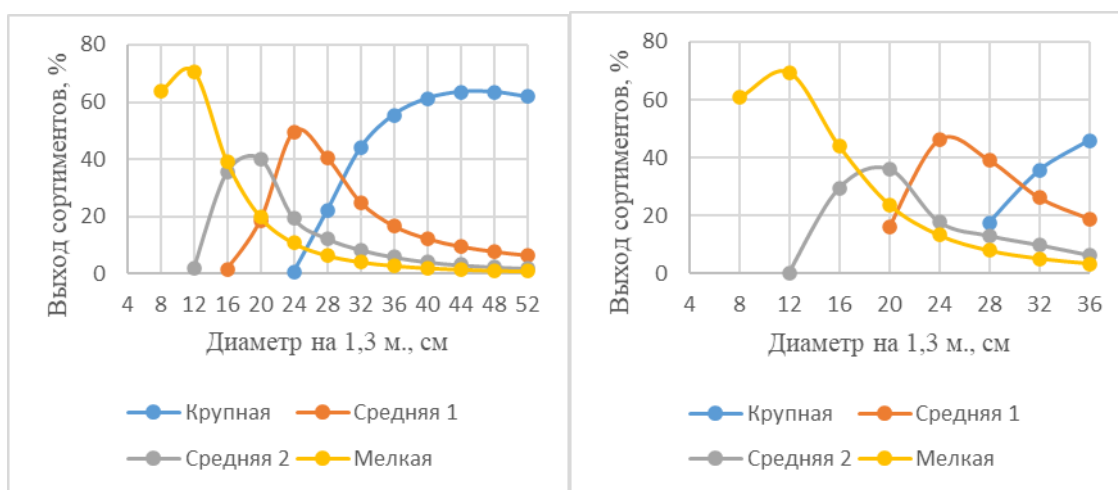
При проверке объемных таблиц систематическая ошибка составила +0,11, средняя квадратичная  $\pm 4,6\%$ . Таблицы объемов стволов ели Крайнего Севера позволяют повысить точность определения запаса древостоя при перечислительной таксации на 5-9% по сравнению с ранее составленными [1, 2, 10]. Особенно повышается точность для низких разрядов высот.



**Рисунок 3 – Шкала разрядов высот и объемов стволов притундровых ельников**

Для составления сортиментных таблиц использованы материалы 35 пробных площадей с рубкой и обмером 758 модельных (учетных) деревьев. Сортиментация модельных деревьев проведена с учетом требований ГОСТ 9463-88 «Лесоматериалы круглые хвойных пород», ГОСТ 2140-81 «Пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения», ОСТ 56-234-87 «Сырье древесное для технологической переработки» [7, 8, 9].

Сортиментная структура древостоев для IV и VII разрядов высот приведена на рисунке 4.



**Рисунок 4 – Сортиментная структура древостоев для IV разряда высот (А) и VII разряда высот (Б)**

Товарные таблицы составлены для совокупности деловых и дровяных стволов древостоя по классам товарности на основе разработанных сортиментных таблиц и смоделированных рядов распределения числа стволов по ступеням толщины.

Использование новых нормативов позволит повысить точность таксации товарной структуры притундровых еловых древостоев на 5-15%. Фрагмент товарной таблицы для деловой древесины (первый класс товарности) приведен в таблице 2.

**Таблица 2 – Товарная таблица для притундровых ельников (для деловой древесины)**

Средний диаметр древостоя, см	Средняя высота, м	Деловая древесина по категориям крупности и сортам, %				
		Крупная	Средняя 1	Средняя 2	Мелкая	Итого
1	2	3	4	5	6	7
Класс товарности 1						
10	6,7	0	5	10	46	62
	7,5	1	6	11	46	63
	8,5	1	6	12	46	64
	9,5	1	6	12	45	64
12	7,6	2	10	16	39	66
	8,5	2	10	17	38	67
	9,6	2	10	18	38	68
	10,7	2	11	19	37	69
14	8,4	4	15	18	31	69
	9,4	4	16	19	31	69
	10,6	5	16	19	30	70
	11,9	5	17	20	29	71
16	9,2	7	19	19	25	70
	10,3	8	19	19	25	71
	11,6	8	20	20	24	72
	13,0	9	21	21	23	73
18	10,0	9	23	18	21	71
	11,2	10	23	19	20	72
	12,6	11	24	19	19	73
	14,2	11	24	20	18	74
20	10,7	17	23	16	17	72
	12,0	16	24	16	16	72
	13,5	17	24	17	15	73
	15,2	11	24	20	18	74

Публикация подготовлена по результатам НИР, выполненных в рамках государственного задания ФБУ «СевНИИЛХ» на проведение прикладных научных исследований в сфере деятельности Федерального агентства лесного хозяйства «Создание и восстановление на сухопутной территории Арктики Российской Федерации многофакторных стационарных (постоянных) опытных лесных объектов» (регистрационный номер темы: 123022800118-4).



## ЛИТЕРАТУРА

1. Гусев, И.И. Продуктивность ельников Севера [Текст] / И.И. Гусев. Л.: Изд-во ЛГУ, 1978. 232 с.
2. Карпов, А.Н. Сортиментные таблицы для сосны и ели северных районов Европейской части СССР [Текст] / А.Н. Карпов. М., 1955. 93 с.
3. Мошкалев А.Г. Таксация товарной структуры древостоев [Текст] / А.Г.Мошкалев, А.А. Книзе, Н.И.Ксенофонтов, Н.С. Уланов. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 160 с.
4. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные: Метод закладки. – Москва, 1984. – 20 с.
5. Ярославцев С.В. Закономерности строения и нормативы таксации ельников Крайнего Севера [Текст]/С.В.Ярославцев: Автореф. дис. ... на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук.- Киев, 1985, – 18 с.
6. Ярославцев С.В. Особенности строения ельников Крайнего Севера [Текст] /С.В.Ярославцев// Лесн. журнал. – 1992. – №4.- С. 29-32.
7. Лесоматериалы круглые хвойных пород: ГОСТ 9463-88. – Введ. – 1991.01. – 01. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 12 с.
8. Пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения: ГОСТ 2140-81. – Введ. 1982.–01. –01. – Москва: Издательство стандартов, 1982. – 111 с.
9. Сырье древесное для технологической переработки: ОСТ 56-234-87. – Введ. 1987.–01. –01. – Москва: Издательство стандартов, 1987 – 6 с.
10. Анишин П.А. Товарная структура разновозрастных ельников Корткеросского лесхоза Коми АССР / П.А. Анишин, Н.М. Нефедов // Вопросы лесоустройства и таксации лесов Европейского Севера. – Вологда, 1968. – с. 60-77.

В.В. Копытков, проф., д-р с.-х. наук  
(Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель);

Н.К. Крук, доц., канд. биол. наук  
(БГТУ, г. Минск);

Ю.А. Ходосок, преп.  
(Мозырский ГПУ им. И.П. Шамякина, г. Мозырь)

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ЖЕЛУДЕЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СЕЯНЦЕВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО**

Искусственное лесовыращивание невозможно без получения высококачественного посадочного материала, который обеспечивает в дальнейшем высокую приживаемость и интенсивный рост лесных культур. Важным фактором в получении стандартных сеянцев дуба черешчатого является предпосевная подготовка желудей.

В соответствии с «Наставлением по выращиванию посадочного материала деревьев и кустарников в лесных питомниках Белоруссии» желуди сбора текущего года не проходят предпосевную подготовку, а сбора предыдущих лет протравливают препаратами ТМТД или фентиурамом. В «Наставлении по выращиванию посадочного материала древесных и кустарниковых видов в лесных питомниках Республики Беларусь» желуди дуба черешчатого после хранения в траншеях или в ящиках с песком не требуют предпосевной подготовки. Предпосевная подготовка сводится к протравливанию фунгицидами из расчета 5–6 г/1 кг желудей.

Желудь представляет собой односемянной плод и покрыт плотной коричневой кожурой, снизу заключен в чашеобразную плюску. Семядоли желудя содержат мало белков, но богаты легкоусвояемыми углеводами (до 50%) и танинами.

Плотная оболочка желудя препятствует намачиванию их в водных растворах микроэлементов. Поэтому нами осуществлена предпосевная подготовка путем срезания желудя на 1/3 его длины для определения их доброкачественности [1]. Только доброкачественные желуди необходимо использовать для комплексной предпосевной обработки желудей для выращивания стандартных сеянцев.

По данным РЛССЦ в 2019 и 2021 гг. показатель доброкачественности желудей в Беларуси не превышал 55%. По данным «Беллесозащита» в 2022 году повреждаемость желудей вредителями (желудевым долгоносиком и желудевой плодояркой) достигала 32%.

Цель работы – изучить влияние комплексной предпосевной подготовки желудей на выход стандартных сеянцев дуба черешчатого.

Все основные способы предпосевной подготовки желудей делятся на физические, химические и комбинированные. При физическом способе их подвергают различному воздействию физических факторов. В данном случае срезаем желудь на 1/3 его длины. Химический способ предусматривает воздействие различных водных органических и неорганических соединений.

Наиболее перспективным является комбинированный способ предпосевной подготовки желудей, при котором последовательно используется химический и физический способы.

Закладка опытных объектов по выращиванию сеянцев дуба черешчатого с закрытой корневой системой проводилась в теплицах постоянных лесных питомников Корневской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси и Щучинского лесхоза с использованием кассет Plantek 35F (количество ячеек – 35 шт., объем одной ячейки – 275 см<sup>3</sup>). В качестве субстрата использовали состав для получения компоста на основе торфа и древесной коры. Посев желудей осуществляли на глубину 4,5–5,0 см. Применялся комбинированный способ предпосевной подготовки желудей.

Определение доброкачественности желудей дуба черешчатого проводили путем срезания 1/3 длины желудя со стороны шляпки. Здоровые желуди имели желтые семядоли, а недоброкачественные – внутри черные или серые образования.

Схема вариантов опыта при закладке опытных объектов следующая: I – желуди срезанные на 1/3 длины (контроль), II – желуди без обрезки (контроль). На этих двух вариантах опыта использовали предпосевную подготовку желудей намачиванием в микроудобрении «Наноплант» и микробиологическом препарате «Экобактер-терра».

«Наноплант» обладает уникальным свойством сверхпроницаемости через защитные клеточные мембраны, что позволяет снизить расход микроэлементов в сотни раз. Микробиологический препарат «Экобактер-терра» – водный раствор, содержащий симбиотический комплекс специально отобранных фотосинтезирующих бактерий, фиксирующие азот, сахаромицеты и культуральную жидкость, увеличивает энергию прорастания семян и их всхожесть; повышает выход стандартных сеянцев лесных пород [2].

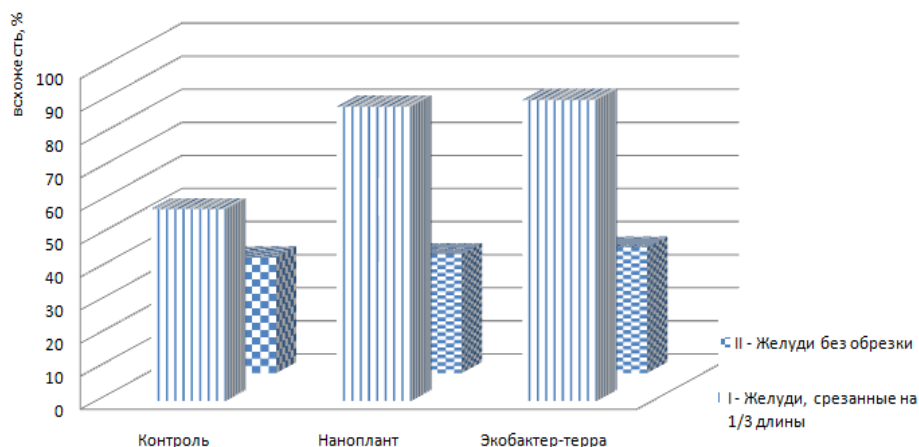
Стандартность сеянцев дуба черешчатого определяли по высоте стволика и диаметру корневой шейки, которые должны быть не менее 12 см и 3 мм соответственно.

Проведенные исследования показали, что грунтовая всхожесть желудей определяется через 25–30 дней после их высева. Желуди прорастают достаточно долго и у них сначала развивается мощный

корень и лишь после этого начинает расти стебель. На контрольном варианте опыта (II) без срезания 1/3 длины желудя всходы были единичными и распределены в кассетах неравномерно.

Установлено, что обрезанные желуди (вариант I) прорастают раньше и грунтовая всхожесть достигает 91%.

Всходы появляются равномерно по всей кассете, что обеспечивает развитие сеянца и они не заглушают друг друга. Данные всхожести представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Всхожесть желудей дуба черешчатого по вариантам опыта**

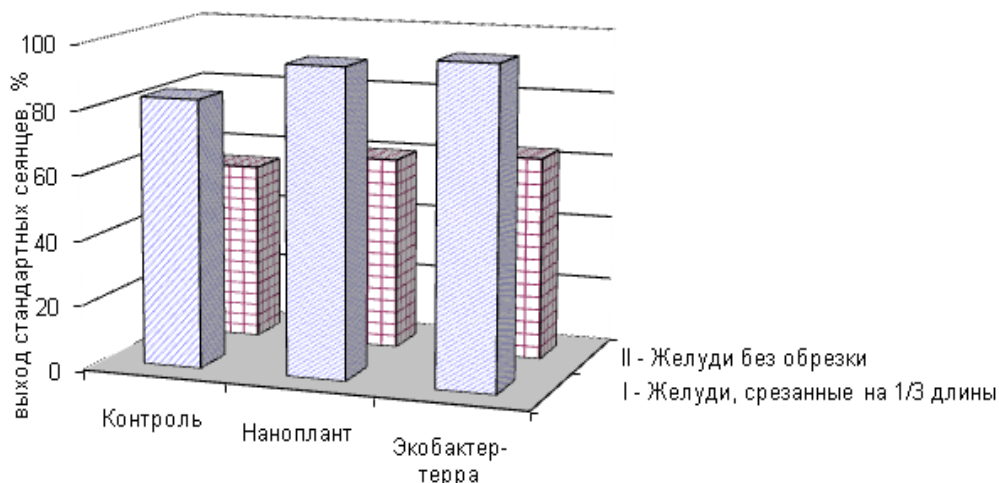
Грунтовая всхожесть желудей на всех вариантах опыта находилась в пределах от 35,0% до 91,0%. Минимальный процент всхожести был отмечен на контрольном варианте (II) опыта без обрезки (35,0%). Максимальный (91,0%) – в варианте (I) с использованием микробиологического препарата «Экобактер-терра».

Главным показателем при выращивании сеянцев дуба черешчатого является выход стандартного посадочного материала. Процент выхода стандартных сеянцев дуба черешчатого по вариантам опыта представлен на рисунке 2.

Выход стандартных сеянцев дуба черешчатого на всех вариантах опыта колеблется в пределах от 55 % до 98%. Максимальный выход стандартных сеянцев получен при предпосевной обработке желудей микробиологическим препаратом «Экобактер-терра» с обрезкой желудя на 1/3 длины.

Проведенные исследования позволили установить, что посев необходимо осуществлять только доброкачественными желудями, которые оказывают существенное влияние на грунтовую всхожесть и выход стандартных сеянцев дуба черешчатого.

Срезание желудя на 1/3 его длины позволяют определить их 100% доброкачественность для дальнейшего использования при выращивании сеянцев дуба черешчатого.



**Рисунок 2 – Выход стандартных сеянцев дуба черешчатого по вариантам опыта**

Выращивание сеянцев дуба черешчатого с предпосевной обработкой желудей микроудобрением «Наноплант» и микробиологическим препаратом «Экобактер-терра» увеличило грунтовую всхожесть на 30-35%.

Использование в качестве предпосевной подготовки срезание желудя на 1/3 длины и намачивание в растворах «Наноплант» и «Экобактер-терра» позволяет увеличить выход стандартных сеянцев на 12-15%.

Таким образом, нами разработан комплексный способ предпосевной подготовки желудей, который обеспечивает нормативный выход стандартных сеянцев дуба черешчатого как с закрытой корневой системой, так и с открытой корневой системой.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 13056.8-97 Семена деревьев и кустарников. Методы определения доброкачественности.
2. Копытков В. В. Выращивание сеянцев дуба черешчатого с использованием композиционных материалов: монография / В. В. Копытков. – Мозырь: МГПУ им. И.П. Шамякина, 2022. – 178 с.

В.В. Копытков, проф, д-р с.-х. наук  
(Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель);

В.Е. Рассафонов, лесничий  
(Ветковский спецлесхоз, г. Ветка)

## **ОЦЕНКА ЛЕСОВОДСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАНЫХ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА ЗЕМЛЯХ БЫВШЕГО СЕЛЬХОЗПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗОНЕ ПЕРВООЧЕРЕДНОГО ОТСЕЛЕНИЯ**

На сельскохозяйственных землях с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения почвы цезием-137 лесные культуры могут создаваться различными методами: посевом семян и посадкой сеянцев. Основной задачей создания лесных культур на сельскохозяйственных землях в зоне первоочередного отселения является восстановление их социально-экономического значения в инфраструктуре и возврат в хозяйственный оборот.

Один из механизмов реабилитации загрязненных территорий – возобновление лесохозяйственной деятельности на различных категориях загрязненных лесных земель, поскольку леса играют важнейшую роль в стабилизации и очищении экосистем от радионуклидов. Оценка лесоводственной эффективности различных методов создания лесных культур в условиях радиоактивного загрязнения позволит повысить их качество и получить высокопродуктивные и экологически устойчивые насаждения. Отношение древесной породы к важнейшим почвенным факторам в совокупности с плотностью радиоактивного загрязнения почвы служит основой для разработки наиболее эффективных методов повышения устойчивости создаваемых лесных насаждений [1].

Оценка биологической устойчивости насаждений в условиях ограниченного ведения лесного хозяйства является важнейшей задачей лесокультурного производства в зонах радиоактивного загрязнения. Актуальным является обобщение научного и производственного опыта создания лесных культур различными методами и способами на бывших сельскохозяйственных землях с оценкой их состояния и биологической устойчивости насаждений [2].

Цель исследований – научно обосновать различные методы создания лесных культур на землях бывшего сельхозпользования в зоне радиоактивного загрязнения и установить зависимость продуктивности насаждений от типа условий местопроизрастания.

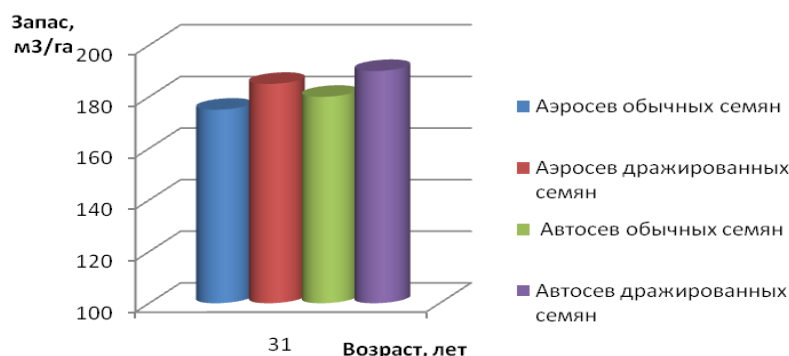
Продуктивность лесных культур сосны обыкновенной определяется их возрастом и методами создания.

**Таблица – Лесоводственно-таксационная характеристика опытных лесных насаждений, созданных посевом семян сосны обыкновенной**

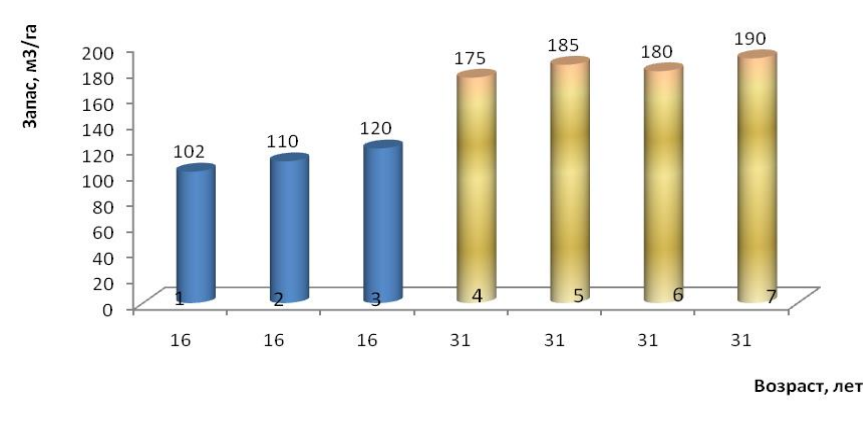
Опытный объект	ТУМ	Возраст, лет	Средние		Запас древесины, м <sup>3</sup> /га
			высота, м	диаметр, см	
1	Мш. А <sub>2</sub>	31	11,7	13,5	185
2	Мш. В <sub>2</sub>	31	11,9	14,0	190
3	Мш. А <sub>2</sub>	31	11,2	13,1	175
4	Мш. В <sub>2</sub>	33	12,0	13,5	200
5	Мш. А <sub>2</sub>	31	12,5	14,3	180
6	Мш. В <sub>2</sub>	31	12,7	14,0	190

*Примечание.* 1–4 – аэросев, 1991 г; 5–6 – автосев, 1991 г.

Наибольший запас древесины зафиксирован при аэросеве семян сосны обыкновенной в типе условий местопроизрастания В<sub>2</sub> и составил 200 м<sup>3</sup>/га. При автосеве семян сосны обыкновенной в типе условий местопроизрастания В<sub>2</sub> показатель равен 190 м<sup>3</sup>/га. Самые низкие показатели запаса древесины получены в типе условий местопроизрастания А<sub>2</sub> при аэросеве и автосеве семян сосны обыкновенной (рис 1, 2).



**Рисунок 1 – Влияние способа создания лесных культур на запас древесины**



1. Посадка сеянцев с ОКС; 2. Посадка сеянцев с ОКС+обработка "Корпансил";
3. Посадка сеянцев с ЗКС; 4. Аэросев обычных семян; 5. Аэросев дражированных семян
6. Автосев обычных семян; 7. Автосев дражированных семян

**Рисунок 2 – Зависимость продуктивности лесных культур от метода их создания**

Запасы 16-летних культур сосны обыкновенной созданных посадкой сеянцев в зависимости от метода создания составляют 102–120 м<sup>3</sup>/га, а посевом семян 31-летних – 175–190 м<sup>3</sup>/га.

Полученные результаты позволили достичь утвержденной цели задания и решить поставленные задачи по оценке эффективности методов искусственного лесоразведения на бывших сельскохозяйственных землях в зоне радиоактивного загрязнения на современном научно-практическом уровне.

Созданная база данных лесоводственно-экологической эффективности лесоразведения различными методами в зоне радиоактивного загрязнения будет использована для повышения продуктивности созданных лесных культур и формирования биологически устойчивых насаждений.

Впервые для условий Беларуси научно обоснованы методы создания лесных культур на землях бывшего сельхозпользования в зоне радиоактивного загрязнения с учетом типов условий местопроизрастания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Таксационно-лесостроительный справочник / М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, ЛРУП «Белгослес»; сост.: М. В. Кузьменков [и др.]. – Минск: Редакция журнала «Лесное и охотничье хозяйство», 2019. – 335 с.

2. Санитарные правила в лесах Республики Беларусь [Электронный ресурс]: утв. Постановлением М-ва лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 79 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21631603&p1=1>. – Дата доступа: 18.12.2023.

3. Копытков В. В. Исследования состояния лесных культур и биологической устойчивости насаждений в зоне первоочередного отселения с использованием многозональной космической съемки / В. В. Копытков, А. П. Гусев // Вестник Мозырского государственного педагогического университета имени И. П. Шамякина, 2023, № 1 (61). – С. 22–28.



В.В. Коцан, доц., канд. с.-х. наук;  
А.Г. Мелех, магистрант;  
О.А. Севко, доц., канд. с.-х. наук;  
О.С. Ожич, ст. преп., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСОВ КОНКУРЕНЦИИ ДЛЯ ОТБОРА ДЕРЕВЬЕВ В РУБКИ УХОДА**

Конкуренция в лесных насаждениях заключается в прямой зависимости между увеличением спроса на ресурсы, необходимые для роста деревьев, и снижением их доступности. Истощение или нехватка этих ресурсов приводит к некоторым серьезным последствиям для экологии и лесопользования. Поэтому считается, что процесс конкуренции между деревьями замедляет их рост и увеличивает количество отпада (Lee, 1971).

Один из методов, используемых для оценки конкуренции в древостоях, заключается в применении индексов конкуренции. Согласно Voivin (2010), множество из них, пространственных или нет, были разработаны для оценки влияния конкуренции на рост отдельных деревьев или древостоев в целом. По мнению Castro (2014), эффективность моделирования роста древостоя на уровне отдельных деревьев может быть выше при использовании индексов конкуренции.

Индексы конкуренции концептуально различаются на основании критериев, используемых для выражения отношений между деревьями. На данный момент известны и рассматриваются следующие классы индексов: индексы, зависящие от расстояния; независимые от расстояния и полузависимые от расстояния. При использовании индексов, зависящих от расстояния, каждому дереву присваиваются пространственные координаты, которые позволяют оценить конкуренцию между каждым деревом и его соседями, но для них нужны более сложные и точные способы сбора данных.

Индексы, которые не зависят от расстояния, не используют информацию о пространственном распределении деревьев, а количественно определяются соотношением диаметров и высот деревьев, а также средними показателями древостоя, такими как площадь сечения, средний диаметр и средняя высота (Castro, 2014). При расчете индексов, не зависящих от расстояния, применяется ограничения по количеству соседних деревьев. Конкуренция анализируется в пределах определенного количества деревьев в соответствии с радиусом взаимного влияния.

При анализе структуры леса по изменчивости размеров деревьев часто бывает информативно оценить относительное доминирование дерева по определенным признакам, например, по диаметру.

Атрибут доминирования дерева был предложен Huietal (1998) для соотнесения относительного доминирования данного дерева с его видовой или лесоводственной значимостью. Он определяется как доля ближайших соседей данного эталонного дерева, которые больше, чем опорное дерево и рассчитывается на основе формулы:

$$U_i = \frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 v_j, \quad (1)$$

где  $v_j = \begin{cases} 0, & \text{если сосед } j \text{ меньше, чем эталонное дерево } i, \\ 1, & \text{если сосед } j \text{ больше, чем эталонное дерево } i, \end{cases}$   $U_i$  – индекс конкуренции,  $v_j$  – оценка связи с соседним деревом.

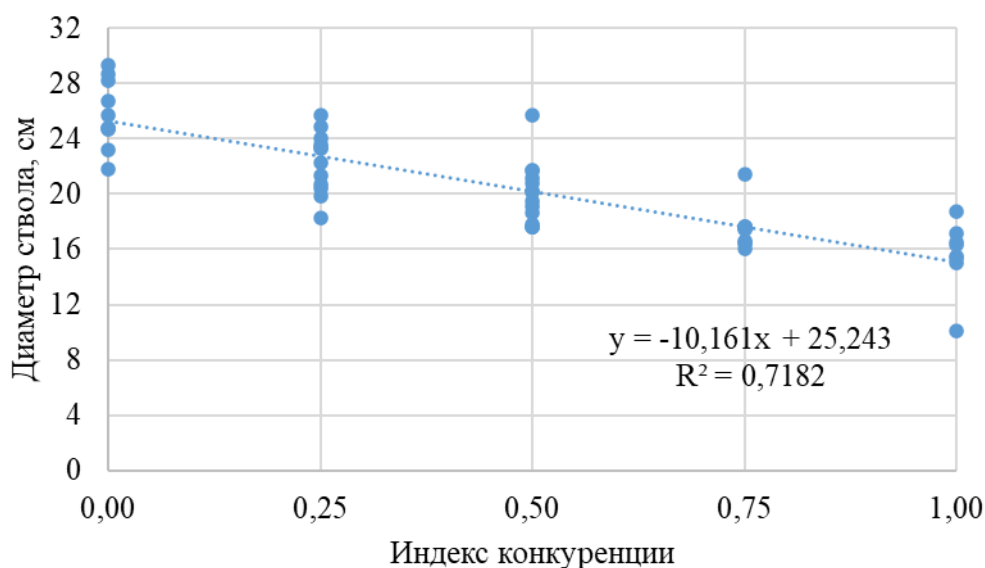
В данной работе анализировалось влияние четырех соседних деревьев, в такой ситуации индекс конкуренции может принимать пять значений, представленных в таблице.

**Таблица – Значения индекса конкуренции**

$U_i$	Описание	Категория
0,00	все четыре соседа меньше, чем эталонное дерево	дерево сильно преобладает
0,25	три из четырех соседей меньше эталонного дерева	дерево–доминант
0,50	два из четырех соседей меньше эталонного дерева	совместное доминирование деревьев
0,75	один из четырех соседей меньше, чем эталонное дерево	дерево умеренно подавленное
1,00	ни один из четырех соседей не меньше эталонного дерева	очень подавленное дерево

На основании данной методики были рассчитаны значения индексов конкуренции для всех деревьев на шести пробных площадях, заложенных в чистых средневозрастных сосняках орляковых различной полноты. Анализ зависимости диаметра ствола от индекса конкуренции показал наличие связи средней силы, коэффициент корреляции варьирует от 0,6 до 0,7.

На рисунке 1 представлена анализируемая зависимость 55-летнего древостоя с полнотой 0,8.



**Рисунок 1 – Зависимость диаметра ствола от индекса конкуренции**

Для анализа влияния конкуренции на прирост отдельных деревьев и древостоя в целом были смоделированы различные варианты отбора деревьев в проходную рубку.

Среднее значение индекса конкуренции до рубки составило 0,46. В первом варианте рубки средний  $U_i$  вырубаемой части составляет 0,82, средний  $U_i$  оставляемой части – 0,36, средний  $U_i$  после рубки – 0,42, среднепериодический прирост по запасу оставшейся части древостоя составляет 4,7 м<sup>3</sup> в год.

Во втором варианте отбора средний  $U_i$  вырубаемой части стал еще больше и составил 0,91, средний  $U_i$  оставляемой части – 0,28, средний  $U_i$  деревьев после рубки – 0,39, среднепериодический прирост по запасу оставшейся части древостоя составляет 5,1 м<sup>3</sup>, что на 0,4 м<sup>3</sup> больше чем в первом случае.

В результате проделанной работы можно заключить, что при проведении рубок ухода в чистых сосновых древостоях нужно стремиться к удалению самых угнетенных деревьев, которые имеют наименьший диаметр по сравнению со своими соседями.

Соблюдение данных рекомендаций позволит уменьшить конкуренцию в древостое и тем самым увеличить его продуктивность.

В.В. Коцан, доц., канд. с.-х. наук;  
О.С. Ожич, ст. преп., канд. с.-х. наук;  
О.А. Севко, доц., канд. с.-х. наук;  
М.В. Балакир, ст. преп., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ С УЧЕТОМ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

Лесные пожары из года в год остаются актуальной проблемой не только в Беларуси, но и за ее пределами. Существует ряд причин для их возникновения, начиная с выжигания сухой растительности и заканчивая умышленными поджогами. Аномально жаркая погода в последние годы только усугубляет ситуацию. За 2023 год в лесном фонде Министерства лесного хозяйства произошло 710 лесных пожаров общей площадью 310 га. Средняя площадь возгорания составила 0,44 га.

В существующей на территории нашей страны пожароопасной ситуации в дополнение к быстрому обнаружению лесного пожара, еще одним наиболее эффективным инструментом по минимизации ущерба является прогноз его динамики при существующих погодных и лесотипологических условиях для оперативного принятия мер по ликвидации возгораний.

Прогноз динамики развития лесного пожара строится на основании математического моделирования и является сложным процессом в силу многообразия физических процессов, протекающих в зоне пожара и в атмосфере над пожаром. На процесс горения влияют погодные условия и пиралогическая характеристика лесного насаждения.

Для автоматизации процесса прогнозирования распространения лесного пожара был разработан программный комплекс «Моделирование лесного пожара», который решает следующие задачи: расчет характеристик лесного пожара, динамики его развития и графическое представление модели развития лесного пожара на геопространственной основе в границах Республики Беларусь.

В основу разработки программного комплекса положена концепция эллиптической модели распространения лесного пожара. Определение координат потенциальных возгораний на территории лесного фонда возможно на основе зарегистрированных температурных аномалий, данных видеонаблюдения, данных авипатрулирова-

ния. Расположение и размеры лесного пожара моделируются в зависимости от лесоводственно-таксационных характеристик лесных насаждений, определяемых по данным лесоустройства, и метеорологических показателей по ближайшей к зарегистрированному возгоранию метеостанции.

На данном этапе исследований проводился анализ результатов прогнозирования программного комплекса «Моделирование лесных пожаров» с целью проверки полученных данных на соответствие методическим рекомендациям по прогнозированию развития лесных пожаров с учетом данных о состоянии лесных массивов и метеорологических условий.

Проверка проводилась в двух направлениях: моделирование лесного пожара в различных лесоводственно-типологических условиях и моделирование лесного пожара в различных метеорологических условиях.

С помощью развернутого на тестовом сервере программного комплекса «Моделирование лесного пожара» проводился расчет характеристик лесного пожара и динамики его развития (скорость и направление распространения фронта, площадь пожара) в результате было получено графическое представление модели развития лесного пожара.

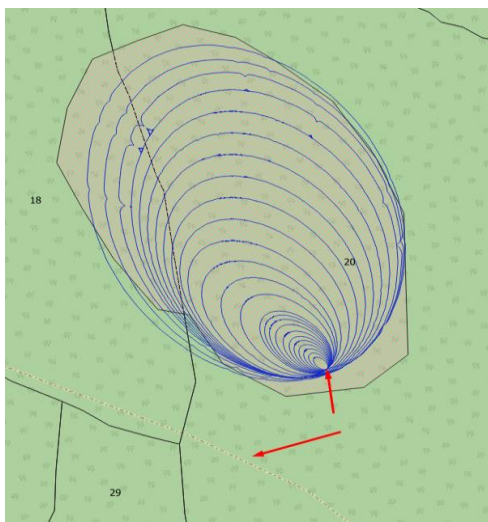
На рисунке 1 изображено изменение скорости и направления распространения фронта лесного пожара. Различные характеристики насаждений, в которые переходит лесной пожар вызывают неоднородность скорости продвижения фронта лесного пожара, а изменение направления ветра корректирует направление его пространственного продвижения. Было протестировано изменение скорости лесного пожара в одних метеорологических условиях в древостоях различного породного состава, результаты показали соответствие методическим рекомендациям при переходе пожара в иную пирогенную среду.



**Рисунок 1 – Моделирование контура пожара при изменении лесоводственно-таксационной характеристики древостоя и направлении ветра**

Также было проверено влияние изменения метеорологических показателей на развитие лесного пожара в гомогенной среде. При проведении тестирования не было выявлено недостатков в действиях программного обеспечения.

Сравнительный анализ моделируемых и фактических контуров лесных пожаров показал, что при работе с программным комплексом на точность моделирования влияет правильность установки точки возникновения лесного пожара. Так как больше 90 % всех возгораний в лесном фонде происходит по вине человека, то точку возгорания с большой вероятностью необходимо ставить в действующем контуре лесного пожара ближе к дороге, как источнику проникновения человека в лесной фонд (рисунок 2).

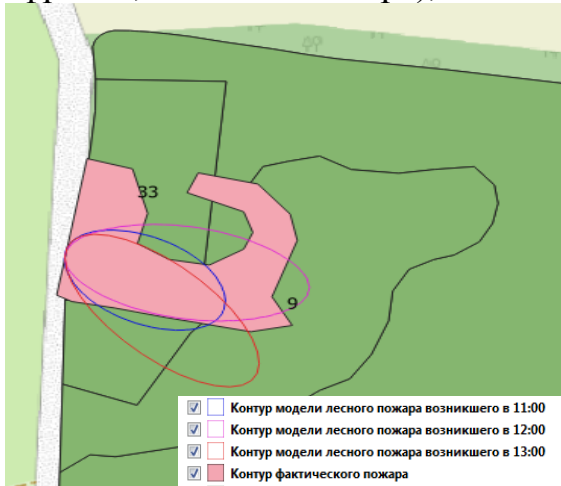


**Рисунок 2 – Определение точки начала возгорания**

Так же на правильное моделирование лесного пожара влияет точность указания времени возникновения возгорания. На рисунке 3 *а* синим цветом обозначен контур модели лесного пожара возникшего в 11:00, фиолетовым цветом – в 12:00, а красным – в 13:00, на рисунках 3 *б*, *в*, *г* представлены условия при которых происходит моделирование лесного пожара. В представленное время каждый час меняется скорость и направление ветра, период моделирования составляет 1 час и площадь лесного пожара составляет от 0,2 до 0,31 га, что соизмерно фактической площади лесного пожара, которая на момент обнаружения составила 0,2 га. На рисунке 3 *а* видно что контур моделируемого пожара возникшего в 12:00 больше остальных приближен к фактическому контуру.

В результате проведенной проверки материалов построения прогноза распространения лесного пожара программным комплексом «Моделирование лесного пожара» можно заключить, что все

расчетные показатели (скорость и направление распространения фронта, площадь пожара), а также графическое представление модели



*a*

**Прогноз распространения пожара**

Координаты  
26.35902  
53.43175

Начало: 30.05.2023 11:00  
Итерации  Быстро  Принудительно   
Вперед: 1 часов

Дополнительная информация  
Станция: Столбцы  
Ветер 315.00000000000000° 3.00м/с  
FFMC 90.87  
Тип земли 2 - Лесные культуры (1108)  
С - Сосна 100% 52 лет  
Площадь: 0.2 Га  
кол-во итераций 1

**Показать**

*б*

**Прогноз распространения пожара**

Координаты  
26.35902  
53.43175

Начало: 30.05.2023 12:00  
Итерации  Быстро  Принудительно   
Вперед: 1 часов

Дополнительная информация  
Станция: Столбцы  
Ветер 270.00000000000000° 5.00м/с  
FFMC 90.87  
Тип земли 2 - Лесные культуры (1108)  
С - Сосна 100% 52 лет  
Площадь: 0.31 Га  
кол-во итераций 1

**Показать**

*в*

**Прогноз распространения пожара**

Координаты  
26.35902  
53.43175

Начало: 30.05.2023 13:00  
Итерации  Быстро  Принудительно   
Вперед: 1 часов

Дополнительная информация  
Станция: Столбцы  
Ветер 315.00000000000000° 5.00м/с  
FFMC 90.87  
Тип земли 2 - Лесные культуры (1108)  
С - Сосна 100% 52 лет  
Площадь: 0.29 Га  
кол-во итераций 1

**Показать**

*г*

*a* – модели лесного пожара с различным временем возникновения возгорания;

*б* – характеристика условий возникновения пожара в 11:00; *в* – характеристика условий возникновения пожара в 12:00; *г* – характеристика условий возникновения пожара в 13:00

**Рисунок 3 – Моделирование лесного пожара с различным временем возникновения возгорания**

Развития лесного пожара на геопространственной основе в границах Республики Беларусь соответствуют разработанным ранее методическим рекомендациям по прогнозированию развития лесных пожаров с учетом данных о состоянии лесных массивов и метеорологических условий. Дальнейшее совершенствование вычислительных алгоритмов с учетом последующих обновлений базы данных, включающей новую информацию о возникающих в лесном фонде пожарах, позволит повысить точность пространственно-временного моделирования возможного развития лесных пожаров.

## **О ТОЧНОСТИ АВТОНОМНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ КООРДИНАТ ПРИ СЪЕМКЕ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЙ НАВИГАЦИОННЫМИ ПРИЕМНИКАМИ GARMIN**

Плановые наземные съемки контуров лесонасаждений, с малыми затратами полевого времени удобно проводить с использованием GNSS-приемников. В зависимости от класса точности спутниковых приемников, их количества координатные определения выполняются относительно или автономными методами позиционирования.

Относительное позиционирование по праву считается наиболее точным. Автономное позиционирование – это менее точный метод определения координат пунктов с использованием одного спутникового приемника любого класса точности, и в первую очередь навигационного.

Однако благодаря отмене в мае 2000 года режим «селективного доступа» сигналов спутников GPS, точность автономных определений координат значительно повысилась и достигла уровня, достаточного для решения многих производственных задач, включая определение координат опорных пунктов для привязки материалов аэрокосмических съемок.

Цель исследований – проанализировать точность результатов автономных определений координат навигационными приемниками Garmin Etrex 30 и GPSmap 60C при съемке границ лесонасаждений, плановой привязке аэрофото- и космических снимков и др.

Данные навигационные приемники используются в процессе проведения учебной практики по дисциплине «Аэрокосмические методы и системы глобального позиционирования».

Методом автономного позиционирования студенты определяют координаты точек, принадлежащими квартальным просекам, границам лесонасаждений, внутриквартальным выделам, производят плановую привязку аэрофотоснимков. Garmin Etrex 30 оснащен GPS-приемником, который поддерживает системы GPS и ГЛОНАСС.

При использовании сигналов от спутников ГЛОНАСС на расчет местоположения требуется в среднем на 20% меньше времени по сравнению с использованием одной системы GPS. При совместной работе двух систем GPS и ГЛОНАСС приемник может получать данные с 24 дополнительных спутников [1].

GPSmap 60C фирмы Garmin это 12-ти канальный навигационный приемник, способный принимать дифференциальные поправки,



непрерывно отслеживать и использовать до 12 спутников для расчета и обновления собственного местоположения. В приемниках ведется автоматическая запись текущей траектории, а также сохраняются 10 последних траекторий, что позволяет с легкостью повторить путь в любом из направлений. Каждый двухсторонний маршрут может включать до 50 точек. Данные, получаемые со спутников, один раз в секунду непрерывно обновляются [2].

Для оценки точности координатных определений спутниковыми приемниками Garmin студентами было выполнено координирование сети опорных пунктов учебного геодезического полигона, расположенных на территории Негорельского учебно-опытного лесхоза.

GPS-приемники в процессе приема и обработки сигналов со спутников выдают угловые координаты своей антенны ( $N$  – широта,  $E$  – долгота) в глобальной геоцентрической системе координат WGS-84. Для координирования территории спутниковые широту  $N$  и долготу  $E$  преобразуют по соответствующим формулам в зональную прямоугольную систему координат проекции Гаусса-Крюгера.

Для территории Негорельского учебного геодезического полигона, координаты пунктов которого определены в местной прямоугольной (декартовой) системе координат, формулы преобразования координат были упрощены.

Упрощение формул основано на том, что учебный полигон (средняя долгота которого  $E \approx 27^\circ 03'$ ) расположен на малом удалении от осевого меридиана 6-градусной зоны. Здесь различие между декартовыми координатами  $x$  и  $y$  и их значениями в проекции Гаусса-Крюгера не превышает 0,15 м.

Таковыми погрешностями можно пренебречь при допустимой плановой погрешности координат  $\Delta_{xy} \approx 0,5$  м. На территории полигона и прилегающей территории достаточно точны следующие формулы для вычисления прямоугольных координат  $i$ -го пункта относительно координат базового пункта:

$$\begin{aligned} x_i &= x_B + l_N (N_i - N_B), \\ y_i &= y_B + l_E (E_i - E_B), \end{aligned} \quad (1)$$

где  $x_i, y_i$  – прямоугольные координаты  $i$ -го пункта;  $N_i, E_i$  – широта и долгота  $i$ -го пункта (геоцентрические координаты);  $N_B, E_B$  – широта и долгота базового пункта;  $x_B, y_B$  – прямоугольные координаты базового пункта (выбираются из каталога координат);  $l_N, l_E$  – единичная длина дуги меридиана и параллели на широте  $N_B = 53^\circ 32'$ .

Если разности геоцентрических координат  $(N_i - N_B)$  и  $(E_i - E_B)$  определяемого и базового пунктов выражены в минутах, то  $l_N = 1855,03$  м;  $l_E = 1104,73$  м.

Для оценки точности результатов автономных определений, полученных навигационными приемниками, выполнили сравнение прямоугольных координат пунктов  $x_i$  и  $y_i$ , полученных по формуле (1) с прямоугольными координатами соответствующих пунктов из каталога координат.

На основании такого сравнения вычислили погрешности определений координат соответствующих пунктов по формулам:

$$\begin{aligned} m_{xi} &= x_i - x_{i(\text{кат})}, \\ m_{yi} &= y_i - y_{i(\text{кат})}, \end{aligned} \quad (2)$$

где  $m_{xi}$ ,  $m_{yi}$  – погрешности в определении положения пункта;  $x_i$ ,  $y_i$  – прямоугольные координаты пункта, полученные по результатам измерений навигационным приемником;  $x_{i(\text{кат})}$ ,  $y_{i(\text{кат})}$  – прямоугольные координаты соответствующего пункта из каталога.

Средние квадратические погрешности по осям координат определили по формуле:

$$m = \sqrt{\frac{[m_i^2]}{n}}. \quad (3)$$

Средняя квадратическая погрешность положения пункта в плане рассчитана по формуле:

$$M_{x,y} = \sqrt{m_x^2 + m_y^2}. \quad (4)$$

Результаты оценки точности представлены в таблице.

**Таблица – Погрешности определения координат пунктов, м**

№	Погрешности по осям координат, м			
	Приемник Garmin eTrex 30		Приемник Garmin GPSmap 60C	
	$m_x$	$m_y$	$m_x$	$m_y$
1	1,86	7,73	2,02	4,12
2	1,16	5,19	0,65	10,42
3	1,55	6,75	7,51	17,26
4	8,3	6,59	14,52	8,12
5	7,67	0,22	0,95	9,54
6	7,81	2,54	3,79	9,80
7	6,35	16,88	4,90	1,17
8	3,19	3,03	4,21	12,88
9	2,56	6,23	6,78	5,78
10	3,89	7,32	8,44	7,89
11	8,11	4,89	5,89	11,88
	$m_x = 5,51$ м; $m_y = 7,33$ м; $M_{x,y} = 9,17$ м		$m_x = 6,61$ м; $m_y = 9,91$ м; $M_{x,y} = 11,90$ м	

Данные исследований свидетельствуют о том, что точность определения координат опорных пунктов навигационными приемни-

ками находится в пределах 10-12 м в плане, что вполне достаточно для выполнения привязки аэро- и космических снимков. Эти данные соответствуют данным приведенным в [3, 4].

Если использовать для привязки материалов аэрокосмических съемок существующие планы или карты, то следует учитывать, что средняя погрешность положения точек и контуров на таких картах и планах обычно составляет 0,75 мм в масштабе карты [3].

Например, точность определения контуров на топографической карте масштаба 1:50 000 соответствует на местности расстоянию в 30-40 м, а с использованием GPS-приемников дает точность в пределах 9-12 м.

Причем точность определения координат опорных пунктов навигационными приемниками можно повысить путем выбора соответствующих мест расположения опорных точек, а при возможности и необходимости – с помощью незначительной расчистки этих мест от растительности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор-тестирование Garmin eTrex 10/20/30 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.garmin.by/reviews/obzor\\_testirovanie\\_garmin\\_etrex\\_10\\_20\\_30/](https://www.garmin.by/reviews/obzor_testirovanie_garmin_etrex_10_20_30/) – Дата обращения: 25.01.2024.
2. Garmin GPSmap 60С. Руководство пользователя // Garmin. U.S.A. – 2010. – 96 с.
3. Парахин, С. В. Поиск пунктов ГГС с помощью навигационного приемника GPS и ГИС «Карта 2005» / С. В. Парахин, О.Н. Бейчук, Л.С. Терентьева// Геопрофи. 2007. №2. С.16–18.
4. Манович, В. Н. Применение навигационных приемников GPS для построения цифровых карт и планов лесных ресурсов/ В. Н. Манович, В. В. Максимук // Геопрофи. 2003. №5. С.7–8.

## **ОЦЕНКА ПРИЖИВАЕМОСТИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР 1-ГО ГОДА ПОСАДКИ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Искусственное лесовосстановление – один из способов восстановления леса. С момента создания лесных культур и до перевода их в земли, покрытые лесной растительностью, проводится систематический контроль за их качеством. Инвентаризацию лесных культур проводят с целью определения эффективности лесовосстановительных работ, качественного состояния созданных лесных культур, их соответствия действующим стандартам и техническим условиям. При этом оценивается приживаемость лесных культур.

При инвентаризации учитывают только жизнеспособные растения с сохранившимися здоровыми верхушечными побегами у хвойных культур, а у лиственных древесных пород – возможность продолжения роста из спящей почки главного побега. На основании материалов инвентаризации решается вопрос о дополнении лесных культур [1].

Исследования, проведенные Уральским Государственным лесотехническим университетом (г. Екатеринбург) показали, что основной причиной гибели лесных культур первого года посадки являются погодноклиматические условия. Также на гибель лесных культур могут оказать влияние нестандартный посадочный материал; недостаточная заделка корневых систем; засыпка семян грунтом при посадке, загиб корневой системы и иные причины гибели [2].

В связи с этим актуальным является оценка приживаемости лесных культур в производственных условиях.

Изучение приживаемости лесных культур было проведено на лесных культурах первого года посадки в условиях Любоничского лесничества Бобруйского лесхоза при разных схемах смешивания. Посадка производилась в апреле месяце саженцами с закрытой и открытой корневой системой, вручную, с использованием посадочной трубы Поттипутка и меча Колесова. Оценка приживаемости – в октябре месяце.

Схема смешения 8С2Б использовалась в 37 квартале, 30 таксационном выделе, где согласно ТЛУ, выдел определяется как мшистый, А<sub>2</sub>. Размещение культур – 2,5х,08 м.

Такая же схема смешивания использовалась и в 38 квартале, 33 и 34 таксационных выделах. Эти выделы также характеризуются как

мшистые, А<sub>2</sub>. Схема размещения культур – 2,45 x 0,81 м. Приживаемость лесных культур на данных выделах представлена в таблице 1.

**Таблица 1 – Учет сохранившихся и погибших растений при схеме смешивания 8С2Б**

Лесной квартал	Таксационный выдел	Количество растений на пробной площадке по породам, шт.				
		заложенность лесных культур	сохранившихся		погибших	
			кол-во	% от посадки	кол-во	% от посадки
37	30	Сосна 537	435	81,0	102	19,0
		Береза 114	26	22,8	88	77,2
38	33	Сосна 926	698	75,4	228	24,6
		Береза 230	143	62,2	87	37,8
	34	Сосна 936	880	94,0	56	6,0
		Береза 225	144	64,0	81	36,0

Согласно классификации почв П.С. Погребняка почвы всех исследуемых лесных кварталов и таксационных выделов по гигротопам относятся к свежим (мезофильным). По трофотопам 37 и 38 квартал (30,33 и 34 таксационные выделы) почвы определяются как бедные (бор).

В целом следует отметить, что приживаемость лесных культур в 30 таксационном выделе составила 70,8 %; в 33 – 72,8 %; в 34 – 88,2 %. В 37 и 38 квартале в общем объеме высаженных культур гибель наблюдается в основном березы.

Изучение видового состава погибших растений при разных типах смешивания в общем объеме погибших растений показало, что в 37 лесном квартале 30 выдела и в 38 лесном квартале 34 выдела несмотря на структуру погибших растений (преобладает сосна) с учетом смешивания в большей степени отмечается гибель березы.

На данных выделах полностью нарушена схема смешивания. В 38 квартале 33 выдела в структуре погибших растений также преобладает сосна, но при этом схема смешивания практически сохраняется.

Рассмотрим приживаемости лесных культур при схеме смешивания 6Е2С2Б. Данная схема посадки использовалась в 62 лесном квартале в 16 таксационном выделе. Тип лесорастительных условий для данного выдела характеризуется как орляковый, В<sub>2</sub>. Схема размещения – 3 x 0,75 м. Результаты оценки приживаемости представлены в таблице 2.

По классификации П.С. Погребняка почвы данного лесного квартала 16 таксационного выдела являются по гигротопам – свежим (мезофильными), а по трофотопам – относительно бедные, супесчаные почвы (субори).

**Таблица 2 – Учет сохранившихся и погибших растений при схеме смешивания 6Е2С2Б**

Лесной квартал	Таксационный выдел	Количество растений на пробной площадке по породам, шт.				
		заложенность лесных культур	сохранившихся		погибших	
			кол-во	% от посадки	кол-во	% от посадки
62	16	Ель 498	314	63,1	184	36,0
		Сосна 160	71	44,4	89	55,4
		Береза 178	114	64,0	64	36,0

Приживаемость лесных культур на данном участке составила 59,7 %. Если удельный вес погибших растений ели и березы в общем количестве посаженных культур составил 36,0 %, то гибель сосны составила более половина от посаженных растений (55,4 %).

Изучение структуры погибших растений показало, что в целом несмотря на разное количество погибших растений, с учетом их посадки, основное количество погибших растений отмечено для ели, Гибель хвойных растений (ели и сосны) составляет 81% в структуре погибших растений.

Проведем оценку приживаемости лесных культур при схеме смешивания 7Е2Д1Б. Данная схема посадки использовалась в 80 лесном квартале 13 таксационном выделе и в 83 лесном квартале, 11,12 таксационных выделах. Тип леса на этих выделах определяется как кисличный, Д<sub>2</sub>. Схема размещения культур в 80 квартале 2,1 x 1,0 м, в 83 – 2,8 x 0,9 м. Данные о приживаемости представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Учет сохранившихся и погибших растений при схеме смешивания 7Е2Д1Б**

Лесной квартал	Таксационный выдел	Количество растений на пробной площадке по породам, шт.				
		заложенность лесных культур	сохранившихся		погибших	
			кол-во	% от посадки	кол-во	% от посадки
80	13	Ель 160	97	60,6	63	39,4
		Дуб 42	33	78,6	9	21,4
		Береза 33	21	63,6	12	36,4
83	11,12	Ель 278	205	73,7	73	26,3
		Дуб 67	53	79,1	14	20,9
		Береза 53	20	37,7	33	62,3

Приживаемость лесных культур на данных таксационных выделах превысила 50 % и составила в 80 лесном квартале 13 таксационном выделе 64,3 %, а в 83 лесном квартале 11 и 12 таксационных выделах – 69,8 %.

В данных таксационных выделах доля погибших растений, в

общем количестве посаженных в целом колебалась от 20 до 40 %. И только в 83 квартале 11 и 12 таксационных выделов гибель березы составила 62,3 %.

Для 80 лесного квартала 13 таксационного выдела 75 % погибших растений – это ель, а 14,3 – береза.

Практически 90 % погибших растений составляли ель и береза, и только 10,7 % – дуб. В данном лесном квартале приживаемость дуба была высокой.

В 83 лесном квартале 11 и 12 таксационном выделе отмечается практически одинаковая закономерность в приживаемости растений. Гибель растений обусловлена в основном за счет ели и березы (88,3 % в общем количестве погибших растений). При этом, дуб в структуре посадки составляет 20,0 %, а в структуре погибших растений – 11,7 %. т.е. снова отмечается более высокая приживаемость для дуба.

Проведенные исследования показали, что в целом гибель лесных культур находилась в пределах 25,0-85,0 %. Поэтому лесные культуры в данных лесных кварталах подлежат дополнению. Не требует никаких дополнений 34 выдел 38 лесного квартала. При дополнении лесных культур в 30 выделе 37 лесного квартала необходимо учитывать схему смешивания.

Основной причиной гибели лесных культу могли быть погодноклиматические условия (в мае месяце количество осадков превысило среднегодовые нормы). Также гибель лесных культур может быть обусловлена нарушением технологии посадки, их зарастанием и другие причины.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Техническая приемка, инвентаризация и перевод лесных культур в покрытую лесом площадь [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://studopedia.ru/13\\_78932\\_tehnicheskaya-priemka-inventarizatsiya-i-perevod-lesnih-kultur-v-pokrituyu-lesom-ploshchad.html](https://studopedia.ru/13_78932_tehnicheskaya-priemka-inventarizatsiya-i-perevod-lesnih-kultur-v-pokrituyu-lesom-ploshchad.html)[http://wood-prom.ru/analitika/14654\\_lesovosstanovlenie-i-lesorazvedenie--naznachenie-i](http://wood-prom.ru/analitika/14654_lesovosstanovlenie-i-lesorazvedenie--naznachenie-i)

2. Жучков Е.А., Степанов А.С., Стародубцева Н.И., Павловский С.А. Приживаемость лесных культур сосны в условиях Джабык Карагайского бора [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://science-bsea.narod.ru/2002/leskomp\\_2002/juchkov\\_pri.htm](http://science-bsea.narod.ru/2002/leskomp_2002/juchkov_pri.htm)

УДК: 574.3+632.78 (476)

А. В. Кулак, вед. науч. сотр., канд. биол. наук  
(НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам, г. Минск)

**ОСОБЕННОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ  
И ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОЧАГОВ АМЕРИКАНСКОЙ  
БЕЛОЙ БАБОЧКИ (*HYRHANTRIA CUNEA DRURY, 1773*)  
НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ВНЕ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ**

Американская белая бабочка (далее – АББ) – североамериканский вид чешуекрылых семейства эребид (*Lepidoptera, Erebidae*), случайно завезенный в Европу более 80 лет тому назад. Этот широкий полифаг в благоприятных условиях способен за один сезон произвести сильнейшую дефолиацию листовенных зеленых насаждений в населенных пунктах. На территории Беларуси первые сведения о нем появились в 2001 г. [1], а о массовых вспышках – в 2019 г. [2, 3]. Наши исследования показали, что по северу ареала путем активного перелета АББ расселяется исключительно на короткие расстояния. Основным механизмом ее инвазии является перевозка с очагов размножения куколок, реже гусениц и яйцекладок, с грузами, в первую очередь тары с сельскохозяйственной продукцией. С мощным развитием автотранспорта, тесной интеграцией территорий и интенсификацией грузопотоков заселение АББ новых территорий сдерживается, вероятно, преимущественно неблагоприятными для нее условиями среды обитания и в некоторой степени фитосанитарными мероприятиями. Динамика выявления вредителя показывает, что из обширных очагов в райцентрах он быстрее всего расселяется по густонаселенным территориям с высокой долей аграрного уклада жизни вдоль путей, соединяющих соседние райцентры. Из первичных очагов, возникших по восточным районам Гомельской области, преодоление АББ расстояния приблизительно в 400 км до Бреста с помощью автотранспорта по нашим наблюдениям и расчетам заняло 2-3 г., а естественным путем расстояния менее 50 км в зоне отсутствия интенсивной хозяйственной деятельности и существенной лесистости – около 15 лет [3].

На территории Беларуси в связи с широким распространением и одичанием клена ясенелистного (*Acer negundo* L.), на котором АББ развивается успешнее всего, продолжающимся потеплением климата и иссушением территории, а также длительным периодом вегетации растений в благоприятных по увлажнению условиям, усиливается опасность не только более широкого распространения данного инвайдера, но и его натурализации. В Гомельской области в 2020-2022 гг. гнезда гусениц АББ многократно были выявлены за пределами насе-



ленных пунктов вдоль автодорог как в обсадках, так и на окраинах лесных массивов. В таких случаях практически всегда скопления гусениц развивались на клене ясенелистом. В зоне отселения на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) вредитель многократно и в большом количестве отмечен в большинстве выселенных деревень Хойникского и Брагинского районов, в меньшей степени Наровлянского района. Ввиду восстановительных сукцессий границы между бывшими населенными пунктами и лесной растительностью зачастую стали размытыми. В таких местах основными кормовыми растениями были клен ясенелистный и яблоня, а по осени гусеницы переходили главным образом на травянистую растительность. Значительно реже гусеницы встречались в дикой природе. Однако в Хойникском районе в 2020 г. на отрезке от деревни Тульговичи на протяжении более 4 км вдоль р. Вить, в том числе местами по окраинам леса, их гнезда были обычны. Первое их поколение развивалось исключительно на клене ясенелистом. Во время развития второго поколения гусениц данные места не обследовались. Таким образом в ПГРЭЗ в условиях минимальной человеческой деятельности и процессов естественного облесения с участием клена ясенелистного расселение вредителя происходило естественным путем [3], он начал внедряться в лесные биогеоценозы.

На просторах вторичного ареала случаи формирования крупных очагов АББ именно в лесах известны с 80-х гг. XX ст. в южных регионах Европейской части России. Наиболее северные территории находятся в Волгоградской и Ростовской областях, характеризующихся засушливым климатом и значительной теплообеспеченностью, ежегодно достаточной для успешного развития 2-х поколений АББ. При таких условиях очаги возникают в разных древостоях, флуктуируя без видимой цикличности, свойственной динамике очагов аборигенных вредителей леса, порой затухают без истребительных мероприятий [4]. Губительное значение высокой влажности для зимующих куколок нами было установлено ранее [5].

В ходе анализа отклонений средних многолетних температур по месяцам, нами было установлено, что в условиях Беларуси критическими для АББ являются особенности хода температуры теплого сезона. Даже в годы существенных превышений температуры воздуха относительно многолетних среднегодовых, неблагоприятные условия для полноценного развития АББ складываются при значениях температур мая и сентября ниже на 1 градус относительно многолетней нормы. Так, анализ хода температур за 2022 г. показал, что превышение годовой температуры воздуха составило 1,9 градусов, мая – ок-

тября – 1,35 градусов, однако на этом фоне май и сентябрь оказались наиболее холодными за последние 30 лет – температура была на 1,25 градуса ниже многолетних норм. Было предположено, что в 2023 г. численность АББ на территории Беларуси заметно снизится. Данный прогноз оправдался – в 2023 г. высокие темпы инвазии АББ на территории Беларуси сменились на резкий спад численности и вредитель не был выявлен в других районах, кроме заселенных ранее. Численность АББ в крупных очагах, наблюдавшихся в райцентрах в прошлые годы, снизилась во многие десятки раз. Следов жизнедеятельности вредителя не обнаружено в Хойникском, Мозырском, Калинковичском, Светлогорском районах за пределами населенных пунктов, в которых вид существовал раньше, а также на территории ПГРЭЗ (как в дикой природе, так и во всех обследованных деревнях). Было установлено, что падение численности не было связано с какой-либо эпизоотией или истребительными мероприятиями.

Таким образом, можно заключить, что в данный момент очаги АББ в лесах Беларуси отсутствуют. Однако с учетом продолжающегося роста температуры воздуха и иссушения территории нашей страны, вероятность возникновения очагов АББ в лесах, в том числе в северном направлении, возрастает. С большой долей вероятности через несколько лет они вновь возникнут по юго-востоку Беларуси, в первую очередь в Брагинском и Хойникском районах вдоль автодорог в лесозащитных полосах и примыкающих к автодорогам перелескам. В условиях Беларуси они могут образовываться только там, где у первого поколения вредителя имеется возможность развиваться на клене ясенелистном и во втором поколении в случае дефицита клена ясенелистного переходить на другие породы лиственных деревьев и кустарников.

В 2023 году мы провели эксперимент по хранению зимующих куколок в подстилке под пологом леса. В таких условиях на широте Минска развитие куколок сильно затягивалось, имаго из них появились только в начале июля после перемещения в лабораторный бокс с температурой около 25 градусов. Столь позднее появление первого поколения АББ из куколок, зимующих под пологом леса, не совместимо с существованием ее бивольтинной линии. Не исключена вероятность возникновения стабильной моновольтинной линии АББ, которая сможет избегать неблагоприятных метеорологических показателей мая и сентября и натурализуется в нашей природе.

Несмотря на способность самок к полету, серьезными барьерами для АББ являются крупные реки и обширные переувлажненные биотопы. Река Припять и болотные массивы, протянувшиеся по ее

правобережью, оказались непреодолимым препятствием для проникновения АББ с юга, где вид подступил к границам Беларуси, вероятно, к 2010-2013 гг. [6]. Реки Днепр и Сож препятствовали проникновению АББ в заказник «Днепро-Сожский», хотя за пределами междуречья действовали многие десятки очагов АББ в Лоевском, Речицком, Добрушском районах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кулак, А.В. Новые для территории Беларуси виды чешуекрылых группы *Macrolepidoptera* / А.В. Кулак, П.Н. Шешурак // Разнообразие животного мира Беларуси : материалы междунар. науч. конф., Минск, 28-30 ноября 2001 г. / Редкол.: И. К. Лопатин [и др.]. – Минск : БГУ, 2001. – С. 93–95.

2. Кулак, А.В. Экспансия инвазивного вида американской белой бабочки (*Hyrphantria cunea* Drury, 1773) на территории Беларуси / А.В. Кулак // Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе: Сборник статей III Международной научно-практической конференции посвященной памяти В.А. Цинкевича (Минск, 19-21 ноября 2019 г.) / Дерунков А.В., Кулак А.В., Прищепчик О.В. (отв. ред.). – Минск : Издатель А.Н. Вараскин, 2019. – С. 203–207.

3. Кулак, А. В. Особенности расселения американской белой бабочки (*Hyrphantria cunea* Drury, 1773) в ПГРЭЗ и на смежных территориях Гомельской области / А. В. Кулак // Итоги и перспективы развития энтомологии в Восточной Европе : сборник статей IV Междунар. науч.-практ. конференции, посвященной памяти А.М. Терешкина (1953-2020), 1-3 дек. 2021 г., Минск / Отв. ред.: Прищепчик О.В., Маковецкая Е.В. – Минск : Вараскин, 2021. – С. 165–172.

4. Гниненко, Ю.И. Американская белая бабочка – динамика численности в лесах России / Ю.И. Гниненко, М.Е. Лязгунов // Бюллетень №5 Постоянной Комиссии по биологической защите леса «Биологическая защита леса: проблемы и задачи развития». – Пушкино : МОББ ВПРС, 2005. С. 15–18.

5. Кулак, А. В. Некоторые особенности зимовки американской белой бабочки (*Hyrphantria cunea* (Drury, 1773)) в условиях Беларуси / А. В. Кулак // Актуальные проблемы охраны животного мира в Беларуси и сопредельных регионах : материалы II Международной научно-практической конференции, Минск, Беларусь, 11-14 октября 2022 г. / ред. колл. : А.В. Кулак [и др.]. – Минск : ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», 2022. – С. 224–229.

6. Nakonechna, Yu.O. Distribution area of *Hyrphantria cunea* Drury: the analysis of Ukrainian and world data / Yu.O. Nakonechna [et al.] // Ukrainian Journal of Ecology. – 2019. – Vol. 9(3). – P. 214–220.

А.А. Кулик, Министр  
(Министерство лесного хозяйства, г. Минск);  
В.В. Копытков, проф., д-р с.-х. наук  
(Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ВИДОВ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ЛЕСНОГО И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Одной из главных причин низкой эффективности лесного питомнического хозяйства является недостаточное обеспечение почв элементами минерального питания и в первую очередь гумусом. В Беларуси ежегодное количество отходов в виде хвойных опилок составляет 800 тыс. м<sup>3</sup>, а древесной коры – 12 млн. м<sup>3</sup>. По данным СООО «Бонше» в Брестском районе ежегодно образуется отходы грибного производства в количестве 16,8 тыс. тонн, а при выращивании вешенки обыкновенной и шиитаке в производственных условиях Корневской экспериментальной лесной базы НАН Беларуси ежегодно образуется более 60 т.

Исследования по получению органоминеральных удобрений на основе отходов лесного и сельского хозяйства проводили в постоянных лесных питомниках Корневской экспериментальной лесной базы ИЛ НАН Беларуси и Осиповичском опытном лесхозе Могилевского ГПЛХО. Применение различных органоминеральных удобрений при выращивании стандартного посадочного материала способствует увеличению содержания элементов питания в верхнем слое почвы и оказывает положительное влияние на морфологические и биометрические показатели сеянцев. Обеспечить лесные питомники органоминеральными удобрениями можно двумя способами: траншейным или буртовым. Траншейный способ получения органоминеральных удобрений требует значительных дополнительных финансовых затрат на изготовление траншей и увеличивает время получения готового продукта в 1,5-2,0 раза. Буртовой способ получения компоста не требует дополнительных затрат на сооружение траншей с использованием железобетонных плит и не оказывает отрицательного влияния на окружающую среду. Наиболее перспективным и экологически оправданным способом является буртовой. Для данного способа применяют различные отходы сельского и лесного хозяйства, а для ускорения микробиологического процесса разложения органических веществ используют целевые добавки.

В двух постоянных лесных питомниках заложены опытные объекты на основе хвойной коры, древесных опилок, ржаной соломы, куриного помета, подстилочного навоза и целевых добавок. В качестве целевой добавки (ЦД-1 и ЦД-2) использовали микробиологический препарат «Экобактер» в виде водного раствора в следующих концентрациях: ЦД-1 – 5%; ЦД-2 – 10%. Микробиологический препарат «Экобактер» содержит бактерии рода *Rhodobacter* и *Lactobacillus*, что позволяет наиболее эффективно осуществлять микробиологический процесс в субстратах.

Нами впервые в мировой науке и практике получены принципиально новые органоминеральные удобрения с использованием отходов лесохозяйственного производства без применения торфа. На основе проведенных научных работ по Международному гранту с Монголией «Исследовать технологию получения субстрата без торфа для выращивания семян хвойных пород с закрытой корневой системой» получены органоминеральные удобрения.

В течение всего периода исследований влажность органоминеральных удобрений составляла 60-65%. При уменьшении влажности осуществляли полив. Перед закладкой опытных объектов определены физико-химические показатели исходных компонентов (таблица 1).

**Таблица 1 – Компоненты исходных органоминеральных удобрений и их физико-химические свойства**

Исходные компоненты	Влажность, %	pH <sub>KCl</sub>	Зольность	Содержание основных элементов			
				азота		фосфора, %	калия, %
				общего, %	аммиачного, мг/100 г		
Хвойная кора	52,8	3,5	66,5	0,44	-	0,05	-
Древесные опилки	23,9	5,3	1,11	0,12	-	0,01	-
Ржаная солома	61,1	3,0	26,4	0,63	-	0,03	-
Куриный помет на опилках	32,3	8,0	12,3	4,42	563,4	3,76	-
Подстилочный навоз	75,0	7,1	17,4	0,45	24,7	0,25	0,55

Химический анализ показал, что во всех используемых исходных компонентах удобрений содержание общего азота находится в пределах от 0,12 до 0,63%. В курином помете на опилках содержание общего азота составляет 4,42%. В курином помете выявлено большое содержание аммиачного азота (563,4 мг/ 100 г субстрата) и общего фосфора (3,76%). Следовательно, такой исходный компонент как куриный помет на опилках при компостировании способствует повышению качества субстратов, обогащая их основными элементами питания, а именно: азотом и фосфором. Известно, что куриный помет яв-

ляется ценным органическим удобрением и по содержанию питательных веществ и их доступности для растений превосходит другие виды органических удобрений. Большая часть азота находится в курином помете в виде мочевой кислоты, которая легко разлагается с выделением летучего аммиака. Чтобы уменьшить потери питательных веществ из куриного помета, к нему добавляют древесные опилки и хвойную кору.

Изучена динамика изменения степени готовности органоминеральных удобрений в условиях Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ и Осиповичском опытном лесхозе (таблица 2).

**Таблица 2 – Динамика степени готовности органоминеральных удобрений в зависимости от используемых ингредиентов ицелевых добавок в условиях Корневской ЭЛБ ИЛ НАНБ и Осиповичском опытном лесхозе**

№ варианта	Состав и соотношение компостов	Показатель соотношения С:N, месяц		
		1	2	3
Корневская ЭЛБ				
1	Древесные опилки + хвойная кора + куриный помет+ ржаная солома (1:0,5:0,5:0,3), ЦД-1	58,1	52,2	29,4
2	Древесные опилки + хвойная кора + куриный помет+ ржаная солома (1:0,5:0,5: 0,3), ЦД-2	56,4	50,3	19,6
3	Ржаная солома+древесные опилки +куриный помет+земля (1:1:0,5:0,5), ЦД-1	57,6	51,8	27,2
4	Ржаная солома+древесные опилки +куриный помет+земля (1:1:0,5:0,5), ЦД-2	58,2	49,6	17,9
Осиповичский опытный лесхоз				
5	Древесные опилки + хвойная кора + подстилочный навоз (1:1:0,5), ЦД-1	65,3	45,4	24,7
6	Древесные опилки + хвойная кора + подстилочный навоз (1:1:0,5), ЦД-2	61,4	40,5	20,1
<i>Примечание</i> ЦД-1 – микробиологический препарат с концентрацией 5%; ЦД-2 – микробиологический препарат с концентрацией 10%.				

Из данных таблицы 2 следует, что показатель соотношения С:N варьирует в значительных пределах в зависимости от концентрации микробиологического препарата и соотношения компонентов. Установлено, что использование микробиологического препарата «Экобактер» (ЦД-2) с концентрацией 10% способствует получению готового органоминерального удобрения на третьем месяце исследований на 17,9–20,1% .

Через 3 месяца после начала эксперимента показатель готовности органоминеральных удобрений на вариантах опыта №1 и №3 с использованием микробиологического препарата «Экобактер» в кон-

центрации 5% (ЦД-1) составила 29,4 и 27,2, что не соответствует готовности получения новых органоминеральных удобрений.

Исследования позволили установить готовность органоминеральных удобрений с концентрацией 10% в течение 3 месяцев на основе отходов лесного и сельскохозяйственного производства для выращивания посадочного материала хвойных пород.

Для уменьшения затрат на транспортировку органоминеральных удобрений бурты желательнее размещать вблизи территории питомника или на самом питомнике.

Анализ химического состава органоминеральных удобрений на основе хвойной коры и подстилочного навоза выявил наибольшее содержание общего азота (0,97%) и субстрате на основе хвойной коры с куриным пометом (0,90%). Однако содержание общего фосфора в этих органоминеральных удобрениях оказалось в среднем в 2,5–3,0 раза ниже, чем в вариантах, где массовая доля коры в компосте была ниже. Содержание аммиачного азота в органоминеральных удобрениях на основе хвойной коры небольшое и составляет по вариантам в среднем 2,2–7,0 мг на 100 г компоста. Однако в органоминеральных удобрениях, где к смеси хвойной коры и куриного помета добавлена ржаная солома, этот показатель превышает предыдущие в среднем в 9–30 раз в зависимости от целевой добавки.

Разработка органоминеральных удобрений на основе отходов лесного и сельскохозяйственного производства совместно с целевыми добавками отечественного производства предназначена для повышения почвенного плодородия и увеличения выхода лесного посадочного материала с единицы площади питомника.

Использование отходов лесного и сельского хозяйства для получения новых органоминеральных удобрений будет способствовать охране окружающей среды и уменьшению отрицательной экологической нагрузки в регионах и Беларуси в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Наставление по выращиванию посадочного материала деревьев и кустарников в лесных питомниках Белоруссии / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву, МЛХ БССР; сост. А.И. Савченко [и др.]. - Минск: Ураджай, 1986. – 111 с.

2. Копытков В.В. Биологическая и экологическая эффективность применения микробиологических препаратов при выращивании растений / В.В. Копытков, Р.В. Козко // Вестник Мозырского государственного педагогического университета имени И.П. Шамякина, 2022, № 2 (60). – С. 10–17.

3. Технические условия ТУ ВУ 810001157.013. – 2022. Препарат микробиологический «Экобактер». – 10 с.

И.Э. Куфко, мл. науч. сотр.;  
В.А. Комарова, мл. науч. сотр.;  
В.Н. Шевко, мл. науч. сотр.;  
А.В. Константинов, науч. сотр.;  
С.В. Пантелеев, зав. лабораторией, канд. биол. наук  
(ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель)

## **РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ CRISPR/CAS9 ДЛЯ РЕДАКТИРОВАНИЯ ГЕНОВ БИОСИНТЕЗА ЛИГНИНА У *POPULUS ALBA* И *POPULUS TRICHOCARPA***

Род *Populus* активно используется во всем мире в экологических, агролесомелиоративных и промышленных целях. Сегодня тополь также признан перспективной культурой для производства биотоплива и модельным организмом для физиологических и экологических исследований древесных растений.

В настоящее время проводятся геномные исследования *Populus* spp. Секвенированы геномы 14 видов и гибридов этого рода. В последние годы различные современные биотехнологические методы, в том числе основанные на CRISPR/Cas9, применялись к *Populus* для генетических и геномных улучшений таких характеристик, как повышенная скорость роста и индивидуальный состав лигнина [1].

В основном, исследования по генетическому редактированию *Populus* проводятся в Китае (Чжэцзянский университет, Академия наук КНР) и Германии (Гёттингенский университет имени Георга Августа) [2, 3]. В Республике Беларусь подобные исследования ранее не проводились.

Задачи данного исследования были следующими:

- проведение биоинформатического анализа геномов 14 представителей рода *Populus* в интернет-ресурсах NCBI;
- изучение генетической структуры целевых генов;
- исследование функциональных локусов целевых генов. Определение степени их полиморфизма;
- выявление специфических локусов, наиболее подходящих для внесения двуцепочечных разрывов;
- моделирование гидРНК, соответствующих специфическим сайтам целевых генов, с использованием интернет-ресурсов CRISPOR и AspenDB;
- подбор плазмидных векторов, содержащих элементы *ti*-плазмиды *Rhizobium radiobacter*, области внедрения T-ДНК и/или ген Cas9;



- клонирование и модификация плазмидных векторов;
- проведение трансформации штаммов бактерий рода *Rhizobium*;

На первом этапе исследования был проведен скрининг геномов рода *Populus* в базе данных *AspenDB* и *NCBI*. В качестве целевых генов для последующего редактирования были выбраны *CCoAOMT1* (кофеил-КоА О-метилтрансфераза 1) и *CSE1* (белок сегрегации хромосом 1), которые играют важную роль в биосинтезе лигнина. Кофеил-КоА О-метилтрансфераза 1 метилирует кофеил-КоА в ферулоил-КоА. Её сверхэкспрессия приводит к увеличению высоты растений и повышению содержания лигнина в их тканях [4]. А снижение экспрессии гена белка сегрегации хромосом 1 вызывает ухудшение запаса лигнина у исследуемых растений [5].

Затем при помощи онлайн-инструмента *CRISPOR* [6] были сконструированы последовательности гидРНК, соответствующие фрагментам первых экзонов, включенных в открытые рамки считывания этих генов.

**Таблица – Последовательности гидРНК**

Организм	Цель	Последовательность	РАМ	Специфичность	Эффективность	Нецелевое воздействие	
						OOF	OT 01234
<i>P. trichocarpa</i>	+	GCAGGAAGGCACCAGGAAGT	TGG	99	49	63	00016
<i>P. alba</i>	-	GCCGTGGGTTCATATATACCG	TGG	85	74	61	01003

Предполагаемая эффективность первой гидРНК (GCAGGAAGGCACCAGGAAGT для гена *CCoAOMT1*) составляет 49%, второй (GCCGTGGGTTCATATATACCG для гена *CSE1*) – 74%. Их нецелевое воздействие незначительно.

В качестве плазмидного вектора для проведения исследований был выбран вектор *pART27*, представляющий собой модифицированную *ti*-плазмиду *Rhizobium radiobacter*.

Далее вектор был клонирован в компетентных клетках *Escherichia coli* по методике, описанной в литературных источниках [7]:

Разработанные конструкции будут использоваться для внесения двухцепочечных разрывов в функциональные локусы с целью нокаута генов биосинтеза лигнина. Созданные элементы системы

CRISPR/Cas9 послужат основой для получения форм быстрорастущих пород деревьев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Muhr M. CRISPR/Cas9-mediated knockout of *Populus* BRANCHED1 and BRANCHED2 orthologs reveals a major function in bud outgrowth control // *Tree Physiol.* – 2018. – Vol. 38 (10). – P. 1588–1597.
2. An Y. et al. Efficient Genome Editing in *Populus* Using CRISPR/Cas12a // *Front. Plant Sci.* – 2020. – Vol. 11 - 593938 p.
3. Yao T. [et al.] CRISPR/Cas9-based gene activation and base editing in *Populus* // *Hortic. Res.* – 2023. – Vol. 10 (6). – 85 p.
4. Zhang, G. et al. The CCoAOMT1 gene from jute (*Corchorus capsularis* L.) is involved in lignin biosynthesis in *Arabidopsis thaliana* // *Gene.* – 2014. – Vol. 546, № 2. – P. 398-402.
5. Sheng X. [et al.] CRISPR/Cas9 mutants delineate roles of *Populus* FT and TFL1/CEN/BFT family members in growth, dormancy release and flowering // *Tree Physiol.* – 2023. – Vol. 43 (6). – P. 1042–1054.
6. CRISPOR [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: <http://crispor.tefor.net>. – Дата доступа: 27.01.2024.
7. Addgene: Protocol – Bacterial Transformation [Электронный ресурс]. – 2024. – Режим доступа: <https://www.addgene.org/protocols/bacterial-transformation/>. – Дата доступа: 28.01.2024.

УДК 630\*443.3

В.Н. Кухта, доц., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

### ОЦЕНКА САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЕВ В ОЧАГАХ ВЕРШИННОГО КОРОЕДА

Санитарное состояние сосновых насаждений оценивалось путем закладки 11 пробных площадей в Калинковичском, Мозырском и Кобринском лесхозах в насаждениях II и III классов биологической устойчивости (КБУ) в соответствии с общепринятыми в защите леса методиками [14].

При этом значимость роли вершинного короеда (*Ips acuminatus* Gyll.) в их деградации определяли по его причастности к формированию отпада в насаждениях, что не сложно установить путем определения заселенности им усыхающих и усохших деревьев.

Обследованные насаждения представлены чистыми по составу сосняками орлякового и мшистого типов леса с возможной примесью березы. В основном это высокопродуктивные средневозрастные и приспевающие древостои I (реже Ia) бонитета.

В данных насаждениях имело место формирование очагов ксилофагов и в первую очередь вершинного короеда. Это выражалось в куртинном и куртинно-групповом характере усыхания деревьев, что привело к нарушению или утрате ими жизнеспособности.

В сосняках с нарушенной устойчивостью (II КБУ) объем живой части древостоя составляет 236–710 м<sup>3</sup>/га. Его доля от общего запаса сосны на корню с учетом общего отпада находится в пределах 65,0–83,5 %. Полнота живой части в насаждениях II класса биологической устойчивости варьирует от 0,57 до 1,46.

Значения средневзвешенной категории состояния (среднего балла состояния), вычисленные по числу деревьев (I,99–III,55) и запасу (I,89–III,20), свидетельствуют о том, что по существующим критериям [24] такие древостои относят к ослабленным, реже – сильно ослабленным и усыхающим насаждениям.

Отношение средневзвешенной категории состояния по числу стволов и запасу в насаждениях II КБУ близко к 1, что указывает на ослабление и отмирание деревьев, диаметр которых близок к среднему и подтверждает наличие патологического отпада. Количество текущего отпада в насаждениях с нарушенной устойчивостью сильно варьирует – от 3,7 до 20,4 % запаса сосны на корню и в 4,6–81,3 раза превышает норму.

Доля заселенных ксилофагами деревьев изменяется в пределах 1,4–17,1 %, отработанных – 0,8–28,9 %. В сумме доля заселенных и отработанных стволов в насаждениях с нарушенной жизнеспособностью составляет 17,7–37,2 %. Количество старого сухостоя находится в пределах 1–75 м<sup>3</sup>/га или 0,3–15,4 % от общего запаса сосны. Размеры отпада и заселенность деревьев позволяют сделать вывод, что это действующие (реже затухающие) очаги стволовых вредителей, требующие проведения выборочных санитарных рубок.

Насаждения, утратившие устойчивость (III КБУ), характеризуются низкой полнотой (0,38–0,48). Объем живой части соснового древостоя достигает 124–215 м<sup>3</sup>/га или 37,8–67,4 % от общего запаса деревьев I–VI категорий состояния. Значения среднего балла состояния, вычисленные по числу деревьев (II,49–IV,35) и запасу (II,64–IV,27), свидетельствуют о том, что по существующим критериям [24] такие древостои относят к усыхающим, сильно ослабленным и реже к ослабленным. Отношение средневзвешенной категории состояния по

числу стволов и запасу в расстроенных насаждениях, как и в древостоях II КБУ, близко к 1, что свидетельствует о факте наличия патологического отпада в сосняках. Запас деревьев IV и V категорий состояния (текущий отпад) в насаждениях, утративших устойчивость, достигает 89 м<sup>3</sup>/га или 25,9 % запаса сосны на корню.

В таких древостоях имеет место превышение нормы текущего отпада до 57,9 раз. Иногда встречаются древостои с полным отсутствием усыхающих и свежеусохших деревьев. Доля заселенных короedами деревьев достигает 18,6 %, отработанных – 10,8–41,3 %. Количество старого сухостоя находится в пределах 40–140 м<sup>3</sup>/га или 12,6–36,3 % от общего запаса деревьев сосны всех категорий состояния. Общий отпад на всех пробных площадях практически равен или превышает запас живого древостоя.

Низкая сохранность лесной среды, размеры отпада и заселенность деревьев позволяют сделать вывод, что насаждения, утратившие жизнеспособность, представлены действующими, реже затухающими и затухшими очагами ксилофагов. Такие выдела требуют проведения сплошных санитарных рубок.

Наиболее точным показателем, характеризующим тенденцию отмирания деревьев в сторону тонкомера или более крупных стволов, является градиент отпада. Его значения, рассчитанные отдельно как для текущего, так и для общего отпада, в большинстве случаев превышают 1,0 и указывают на то, что в насаждениях с нарушенной устойчивостью и утративших жизнеспособность образование сухостоя происходит за счет деревьев, биометрические показатели которых в основном выше средних для древостоя или близкие к ним. Особенно четко это прослеживается в насаждениях III КБУ. Данная ситуация не соответствует естественному процессу изреживания древостоев, а свидетельствует о явных патологических процессах в сосняках вследствие массового размножения вершинного короeда и сопутствующих ему видов.

Результаты перечета на пробных площадях показывают, что при наличии текущего отпада в насаждениях с нарушенной устойчивостью и утративших жизнеспособность, ксилофагами заселено 50,0–100,0 % деревьев сосны. Часто не заселенными остаются тонкомерные деревья.

По данным пяти пробных площадей в насаждениях II и III КБУ в действующих и затухающих очагах доля заселенных вершинным короeдом деревьев IV и V категорий состояния в общем отпаде сосны варьирует в пределах 7,1–91,2 %.

Указанные цифры подчеркивают необходимость своевременной вырубки заселенных деревьев до вылета стволовых вредителей из-под коры. Доля заселенных и отработанных деревьев в общем отпаде практически на всех пяти пробных площадях составила 100 %. Это говорит о том, что роль ксилофагов, и в первую очередь *I. acuminatus*, в усыхании сосняков значительна.

Говоря иными словами, формирование отпада в сосновых насаждениях без участия стволовых вредителей (за редким исключением) не происходит. Ксилофаги оказывают резкое негативное воздействие на состояние сосновых древостоев. Они за несколько лет способны вызвать гибель жизнеспособного насаждения.

Образование текущего отпада и накопление сухостоя в периоды вспышек массового размножения стволовых вредителей вполне закономерно. Однако количество отпада зависит не только от интенсивности протекания патологических процессов в сосняках, которые обусловлены различными причинами, но и от своевременности проведения лесозащитных мероприятий.

Любое промедление и несвоевременное проведение мероприятий, направленных на ликвидацию короедов в очагах путем удаления заселенных деревьев, существенно усугубляет лесопатологическую ситуацию и приводит к снижению биологической эффективности принятых мер по защите сосняков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мозолевская Е. Г. Катаев О. А., Соколова Э. С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса. М.: Лесная промышленность, 1984. 152 с.

2. Катаев О. А., Поповичев Б. Г. Лесопатологические обследования для изучения стволовых насекомых в хвойных древостоях. СПб.: СПбГЛТА, 2001. 72 с.

3. Методические рекомендации по надзору, учету и прогнозу массовых размножений стволовых вредителей и санитарного состояния лесов: одобр. М-вом природных ресурсов РФ 16.12.2003. Пушкино: ВНИИЛМ, 2006. 108 с.

4. Защита леса / Звягинцев В. Б. [и др.]. Минск: БГТУ, 2019. – 164 с.

**ХАРАКТЕР РАЗМЕЩЕНИЯ МИН ЛИЧИНОК  
МИНИРУЮЩЕЙ МУХИ *AULAGROMYZA CARAGANAE*  
(ROHDENDORF-HOLMANOVÁ) НА СЛОЖНЫХ ЛИСТЬЯХ  
КАРАГАНЫ ДРЕВОВИДНОЙ  
(*CARAGANA ARBORESCENS* LAM)**

Карагана древовидная (*Caragana arborescens* Lam.) на территории современной Республики Беларусь стала использоваться в зеленом строительстве с конца XIX – начала XX века, в послевоенный период она очень широко применялась при создании живых изгородей, а также линейных посадок вдоль железных и автомобильных дорог.

В настоящее время она редко фигурирует в проектах новых насаждений, однако широко присутствует в имеющихся декоративных посадках. Принадлежит к адвентивной фракции флоры Беларуси (это выходец из Центральной Азии), она хорошо акклиматизируется, однако натурализации интродуцента не происходит, *C. arborescens* редко регистрируется в лесных массивах, и при этом не рассматривается в качестве инвазивного вида.

Таким образом, карагана древовидная остается в ассортименте древесных растений, рекомендуемых для зеленого строительства в Республике Беларусь [1], и является фоновым видом декоративных кустарников в разного типа зеленых насаждениях как в населенных пунктах, так и вне их границ.

В условиях Беларуси *C. arborescens* повреждает целый ряд фитофагов, в числе которых как аборигенные, так и чужеродные для фауны Европы виды растительноядных членистоногих [2].

В составе комплекса фитофагов караганы древовидной присутствуют минирующие филлобионты, в числе которых минирующие мухи семейства Agromyzidae. Караганная (карагановая) минирующая муха (*Aulagromyza caraganae* Rohdendorf-Holmanova, 1959) – фоновый на большей части территории страны вид [3], указываемый также для сопредельных Беларуси стран (Польша, Литва) [4]. Это специализированный фитофаг-эндобионт, развивающийся на растениях рода *Caragana* Lam. Личинки *A. caraganae* – эндобионты (минеры), как и остальные представители семейства, скрыто живущие и питающиеся в паренхиме листьев.

Они минируют нижнюю (чаще) либо верхнюю (реже) сторону листовых пластинок, при этом на сложных листьях располагаются множественные белые пятновидные мины.

Характерным является наличие достаточно широкого коридора, переходящего в пятновидное расширение. Мины белесые; экскременты в виде темных гранул, рассеянных хаотично; окукливание, как правило, осуществляется в мине.

Караганная минирующая муха, как уже указывалось выше, является фоновым вредителем караганы древовидной в зеленых насаждениях Беларуси. Повреждения *A. caraganae* легко бросаются в глаза сторонним наблюдателям, при массовом заселении минером растения выглядят явным образом сильно поврежденными, их декоративность неизбежно снижается.

При массовом повреждении сложных листьев происходит их некротизация с последующей преждевременной дефолиацией интенсивно заселенных растений. Это служит основанием для отнесения данного минера к числу основных вредителей караганы древовидной в зеленых насаждениях Беларуси. При этом до сих пор остаются недостаточно изученными особенности экологии данного минера, значимые для его вредоспособности.

В частности, не изучен характер размещения самками кладок яиц, а значит, и характер распределения повреждений (мин). Исходя из вышеизложенного представлялся актуальным выполненным анализ характера размещения мин личинок *A. caraganae* на сложных листьях *C. arborescens*.

Выборка поврежденных личинками караганной минирующей мухи сложных листьев была собрана с растений караганы древовидной, произраставших в зеленых насаждениях кп. Нарочь Мядельского района Минской области в конце сезона вегетации 2023 г.

Сложные листья просматривали на предмет наличия мин личинок *A. caraganae* с регистрацией порядкового номера каждого заселенного простого листочка и стороны (верхней/нижней) размещения мины. Статистический анализ полученных данных выполнен средствами свободно распространяемого программного пакета PAST 4.15 [5].

Как уже указывалось выше, мины личинок *A. caraganae* размещаются преимущественно на нижней стороне листовых пластинок. И действительно, заселенность нижней стороны листовых пластинок составила 5,28 % для листочков слева от рахиса и 9,32 % – справа. При этом заселенность верхней стороны листовых пластинок составила 2,17 % для листочков слева от рахиса и 1,24 % – справа.

Использование непараметрического критерия парных различий Вилкоксона (Wilcoxon signed-rank test) для выборки объемом 644 простых листочков подтвердило статистическую достоверность наблюда-

емых различий в заселенности личинками данного минёра нижней и верхней сторон листовых пластинок ( $z=4,727$ ,  $p=0,00001$ ).

И напротив, наблюдаемые различия между заселенностью личинками караганной минирующей мухи простых листочков левой и правой сторон сложного листа не были статистически значимы ( $z=4,727$ ,  $p=0,065$ ).

Самки мух-агромизид, очевидно, вынуждены выбирать для яйцекладки листовые пластинки, пригодные для развития личинок и формирования мин. Простые листочки у основания сложного листа караганы древовидной физиологически старше расположенных у вершины, кроме того их поверхность в разной степени подвержена обдуванию слабыми воздушными потоками, беспокоящими самок, осуществляющих яйцекладку.

Результаты расчета значений непараметрических коэффициентов ранговой корреляции Спирмена ( $r_s$ ) и конкордации Кэндалла ( $\tau$ ) приведены в таблице.

**Таблица – Результаты корреляционного анализа данных о заселенности минирующими личинками агромизид *Aulagromyza caraganae* (Rohdendorf-Holmanová) простых листочков в их последовательном размещении на рахисе сложного листа караганы древовидной (*Caragana arborescens* Lam.)**

Локализация	Коэффициент корреляции Спирмена		Коэффициент конкордации Кэндалла	
	$r_s$ , %	$p$	$\tau$ , %	$p$
Левосторонние, верхняя сторона	-0,15	0,978	-0,13	0,972
Левосторонние, нижняя сторона	-9,90	0,074	-8,69	<b>0,020</b>
Правосторонние, верхняя сторона	-1,27	0,820	-1,12	0,764
Правосторонние, нижняя сторона	-8,68	0,120	-7,66	<b>0,040</b>

*Примечание.* Полужирным шрифтом выделены значения  $p$  ниже порогового для статистической значимости ( $p=0,05$ )

Как следует из данных таблицы, просматривается слабая отрицательная корреляция между порядковым номером простого листочка на рахисе сложного листа *C. arborescens* и их заселенностью личинками мух-агромизид. При этом лишь в отдельных случаях выявляемая коррелятивная связь статистически значима.

В целом, регистрируемый уровень поврежденности простых листочков караганы древовидной личинками минирующих мух удерживался ниже 10 %, то есть был относительно низок. Однако наносимые данными фитофагами повреждения хорошо заметны (особенно при



верхнестороннем расположении) и непреодолимы в течение текущего сезона вегетации, что определяет высокую вредоспособность фитофага и актуальность дальнейших исследований его экологии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сидорович, Е. А. Ассортимент декоративных деревьев и кустарников для зеленого строительства Беларуси и рекомендации по оптимизации условий выращивания сеянцев / Е. А. Сидорович, И.М. Гаранович, А. А. Чаховский – Минск: Тэхналогія, 1996. – 62 с.

2. Сауткин, Ф. В. Таксономический состав и вредоносность основных вредителей караганы древовидной (*Caragana arborescens* Lam.) в условиях зеленых насаждений городов Беларуси / Ф. В. Сауткин, С. В. Буга // Вестник Белорусского государственного университета. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2012. – № 3. – С. 90–91.

3. Волосач, М. В. Комплексная оценка вредоносности минирующих мух (Diptera: Agromyzidae) – вредителей декоративных древесных растений Беларуси / М. В. Волосач, С. В. Буга // Защита растений: сб. науч. тр. – 2019. – Вып. 43. – С. 220–229.

4. Fauna Europea / T. Pape, P. Beuk. Version 2.6.2, 2014. – Mode of access: <http://www.faunaeur.org/> Date of access: 12.10.2020

5. PAST 4 manual [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/downloads/past4manual.pdf> – Date of access: 9.01.2024

*Работа выполнена в рамках НИР «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика» (№ Госрегистрации 20211704) ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда»*

А.А. Ломако, науч. сотр.;  
Л.В. Катковский, зав. лабораторией, д-р физ.-мат. наук  
(НИИПФП им. А. Н. Севченко БГУ, г. Минск)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ СПЕКТРАЛЬНЫХ ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КРОН ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ ПО ДАННЫМ БПЛА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ УСУХАНИЙ**

На сегодняшний день использование малогабаритных легковесных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) является одним из наиболее актуальных подходов при создании информационных систем для решения лесохозяйственных задач [1, 2]. Одной из таких задач является проблема распознавания усыхания хвойных насаждений на ранних стадиях. Общепринято считать, что существует 6 стадий усыхания хвойных. В то время, когда деревья со степенью усыхания выше 4 достаточно легко детектируются на RGB-изображениях [3] или по гиперспектральным и лидарным данным [4], детектирование усыхания на 2-3 стадии все еще считается задачей, не имеющей однозначного решения.

Зачастую различные таксационные показатели деревьев определяются на основе построенных ортофотопланов местности или облаков точек, сгенерированных по изображениям, зарегистрированным БПЛА [5]. В данном исследовании предлагается осуществлять мониторинг таксационных показателей на основе мониторинга спектральных отражательных характеристик отдельных деревьев. Конечной целью исследования является разработка методики детектирования усыхания хвойных на ранних стадиях.

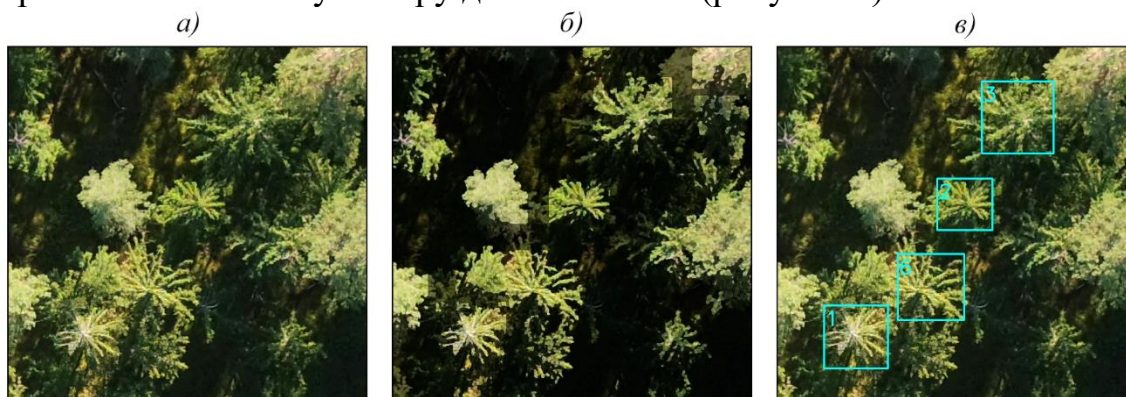
Для проведения исследований был выбран участок леса Негорельского учебно-опытного лесхоза с поврежденными короедом-типографом хвойными насаждениями, на территории которого осенью 2023 года был проведен ряд измерений с использованием БПЛА. Площадь тестового участка составляет 16 Га.

В качестве целевой аппаратуры использовалась бортовая мультиспектральная камера дрона DJI Phantom 4 Multispectral, регистрирующая RGB-изображения и изображения в 5 спектральных каналах: синем ( $450 \pm 16$  нм), зеленом ( $560 \pm 16$  нм), красном ( $650 \pm 16$  нм), красном крае ( $730 \pm 16$  нм) и ближнем инфракрасном ( $840 \pm 26$  нм). Высота полета коптера при измерениях составляла 100 м над поверхностью Земли. Система кинематики реального времени не использовалась. Пространственное разрешение на изображениях составило порядка 5 см/пк. Для нормировки данных использовались спектры отра-

жения от молочного стекла МС-10, зарегистрированные спектро-  
диометром ФСР-02 из состава аппаратно-программного комплекса  
«Калибровка» [6].

Для обработки зарегистрированных изображений применялась  
методика обработки данных авиационных мультиспектральных изме-  
рений для мониторинга состояния отдельных деревьев [7]. Методика  
основана на уточнении географической привязки и детектировании на  
изображениях сегментов, соответствующих кронам деревьев. Такая  
семантическая сегментация основана на нейросетевом алгоритме Deep  
Forest [8] и оригинальном способе поиска дополнительных сегментов  
с последующим созданием бинарной маски крон деревьев.

На следующем этапе среди всех распознанных деревьев на  
изображениях генерируется выборка, в которой присутствуют только  
кроны ели обыкновенной (лат. *Picea abies*) I и II классов Крафта. Та-  
ким образом, определяются сегменты кадров, в которых отображены  
кроны елей по всему набору данных БПЛА (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Семантическая сегментация изображений:  
исходный кадр (а); кадр с наложенной маской крон деревьев (б);  
кадр с выделенными кронами ели обыкновенной (в)**

Для этих сегментов изображений определяются пиксельные ко-  
ординаты вершин деревьев. По результатам обработки пакета изобра-  
жений, полученных по результатам измерений на тестовом участке,  
было выделено 320 изображений крон. Впоследствии производится  
анализ распределения коэффициентов спектральной яркости в раз-  
личных спектральных каналах от центра кроны к периферии.

Выявлено, что распределение спектральных отражательных ха-  
рактеристик в пределах крон усыхающих елей по сравнению с крона-  
ми здоровых во всех спектральных каналах имеет схожий характер.  
Таким образом, выявление усыханий по изменению коэффициента от-  
ражения от вершины к периферии затруднительно. Важно отметить,  
что в дальнейших исследованиях необходимо проведение анализа в

более обобщенном виде с учетом различных азимутальных и зенитных углов Солнца.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Zhang J., Hud J., Liane J., Fan Z., Ouyang X., Ye W. Seeing the forest from drones: testing the potential of lightweight drones as a tool for long-term forest monitoring // Seeing the forest. 2016. Vol. 198. PP. 60–69.

2. Puliti S., Ørka H.O., Gobakken T., Næsset E. Inventory of Small Forest Areas Using an Unmanned Aerial System [Электронный ресурс] // Remote Sensing. 2015; V. 7(8):9632-9654. URL: <https://www.mdpi.com/2072-4292/7/8/9632> (дата обращения: 07.12.2023).

3. Санников П.Ю., Андреев Д.Н., Бузмаков С.А. Выявление и анализ сухостоя при помощи беспилотного летательного аппарата // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2018. Т. 15. № 3. С. 103–113.

4. Lin Q., Huang H., Wang J., Huang K., Liu Y. Detection of Pine Shoot Beetle (PSB) Stress on Pine Forests at Individual Tree Level using UAV-Based Hyperspectral Imagery and Lidar // Remote Sensing. 2019; V.11(21):2540.

5. Иванова Н.В., Шашков М.П., Шанин В.Н. Определение характеристик смешанных древостоев по данным аэрофотосъёмки с применением беспилотного летательного аппарата (БПЛА) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2021. № 54. С. 158–175.

6. Катковский Л. В., Беляев Б. И., Сосенко В. А., Абламейко С. В. Аппаратно-программный комплекс «Калибровка» для наземного спектрометрирования подстилающей поверхности и атмосферы // Седьмой Белорусский космический конгресс: Материалы конгресса. В 2 т. (24-26 октября 2017 года, Минск). Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2017. Т.2. С. 36-40.

7. Ломако А.А. Методика обработки данных авиационных мультиспектральных измерений для мониторинга состояния отдельных деревьев // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2023. Т. 20. № 5. С. 9–27.

8. Weinstein B.G., Marconi S., Bohlman S., Zare A., White E. Individual Tree-Crown Detection in RGB Imagery Using Semi-Supervised Deep Learning Neural Networks [Электронный ресурс] // Remote Sensing. 2019. V. 11(11):1309.

УДК 630\*618+630\*814

В.В. Лукин, вед. науч. сотр., канд. биол. наук;

Л.И. Старикова, мл. науч. сотр.;

А.В. Тимашкова, мл. науч. сотр.;

Ю.Д. Хозяшева, мл. науч. сотр.

(Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси, г. Минск);

А.В. Кикеева, науч. сотр.

(Институт леса КарНЦ РАН, г. Петрозаводск,

Российская Федерация)

## **СТРУКТУРА КРУПНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОСТАТКОВ В ВЫСОКОВОЗРАСТНЫХ СОСНЯКАХ В УСЛОВИЯХ ПОСТПИРОГЕННОЙ ДИНАМИКИ**

Среди множества природных и антропогенных факторов, определяющих состояние и динамику земель лесного фонда Республики Беларусь, доминирующую роль играют лесные пожары. В последние десятилетия под влиянием комплекса антропогенных и климатических факторов отмечается рост горимости лесов.

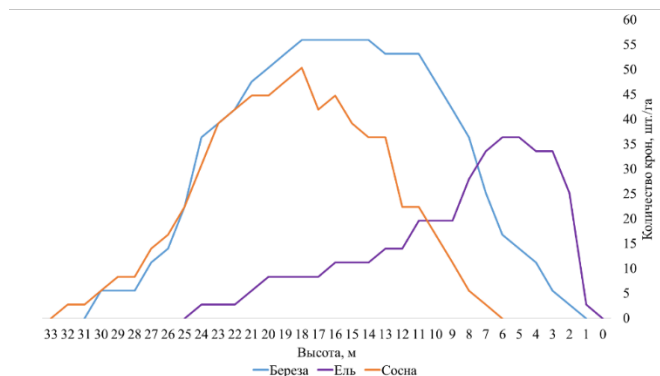
В лесном фонде республики более 80% лесов относятся к наиболее высоким (I-III) классам природной пожарной опасности, что обусловлено преобладанием в их составе хвойных насаждений [1].

Все работы по охране лесов от пожаров должны базироваться на научно обоснованном прогнозировании, которое позволяет достаточно точно предвидеть последствия воздействия огня на лесные экосистемы. Кроме того, необходимы региональные и локальные исследования, проведенные с учетом лесорастительных условий, так как по лесным районам характеристики пожаров и их последствия резко отличаются [2].

Исследования динамики фитоценоза и структуры крупных древесных остатков (КДО) в постпирогенных условиях проведены в высоковозрастном сосняке на постоянной пробной площади №8 Новоселковского лесничества Беловежской пуши (пожар в 2016 г.). Основной целью работы является исследование таксационных характеристик и запаса древостоя в сравнении 2016 и 2023 гг., проведение картирования КДО. Обработка материалов выполнены в соответствии с общепринятыми методиками с определением породы, диаметра стволов деревьев на высоте 1,3 м, высоты стволов и начала кроны, категории состояния, стадии разложения.

Современная структура древостоя хорошо видна в распределении деревьев по ступеням толщины и крон по высоте. Насаждение образовано двумя ярусами. Первый ярус образует сосна и береза, его средняя высота составляет 24,6 м. Второй ярус образован в основном

елью, сосной и березой, средняя высота – 16,1 м. При этом второй ярус формируют ослабленные и угнетенные деревья. Наибольшая густота первого яруса древостоя наблюдается на высоте 22–25 м (рис. 1).



**Рисунок 1 – Распределение числа крон деревьев по вертикальному профилю древостоя на ППП №8 в 2023 г.**

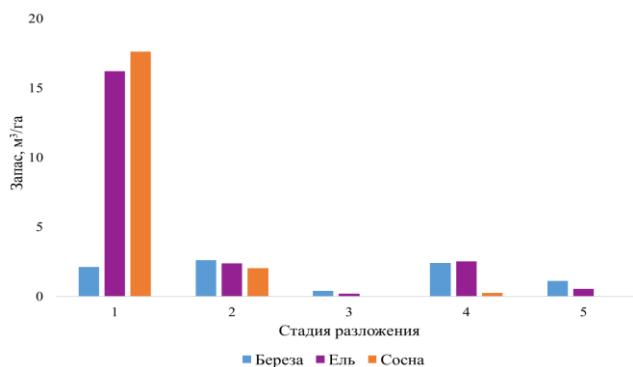
Сравнительная характеристика таксационных показателей в 2016 и 2023 гг. показала, что запас древостоя всех пород первого яруса значительно снижается. Во втором ярусе наблюдается увеличение запаса березы и сосны. Связано это со сменой экологических условий в результате пожара. Увеличение освещенности привело к более активному росту светолюбивых пород.

Изменение категории состояния показывает, что состояние деревьев всех пород идет в сторону уменьшения, что связано с последствием пожара. Происходит изменение экологических условий, усыхание и ослабление деревьев, что создает благоприятные условия для деятельности короеда.

Основной запас сухостоя на пробной площади представлен сосной, КДО – елью и сосной. Состав древостоя и состав валежа по долям участия хвойных и лиственных пород различаются, что свидетельствует о произошедшем нарушении в сообществе. С 2016 по 2023 год в составе древостоя произошли изменения. В 2023 году количество живых стволов и запас сухостоя ели резко уменьшились. Количество стволов сосны практически не изменилось, а запас ее сухостоя увеличился, по сравнению с 2016 годом. Количество стволов и запас сухостоя березы не претерпели существенных изменений.

На пробной площади представлены все стадии разложения КДО (рис. 2). Основной запас КДО представлен елью и сосной первой стадии разложения. Важно отметить, что большую разницу между запасами КДО первой и более поздними стадиями разложения. КДО ели и березы представлены всеми пятью стадиями, для сосны отсутствуют 3

и 5 стадии разложения. В расположении валежных стволов по площади не прослеживается катастрофических ветровальных нарушений.



**Рисунок 2 – Представленность запаса КДО по породному составу и стадиям разложения**

Таким образом, сосновое насаждение на ППП №8 находится на стадии распада, о чем свидетельствует малое количество деревьев на пробной площади (полнота 0,14) и, в большинстве случаев, категория состояния деревьев ослабленная и сильно ослабленная.

Преобладание первой стадии разложения КДО свидетельствует о воздействии катастрофического фактора (пожара), что привело к одномоментной гибели большого числа деревьев ели и ослаблению других пород. Ослабленные деревья утрачивают устойчивость к воздействию других негативных факторов, что создает благоприятные условия для развития стволовых вредителей, в частности короеда.

В ненарушенном насаждении запас мертвой древесины находится в пределах от 10 до 15 м<sup>3</sup>/га равномерно на всех стадиях разложения, а на ППП №8 – 50,3 м<sup>3</sup>/га и доминирует 1 стадия разложения, что подтверждает катастрофическое воздействие пожара на лесную экосистему.

Работа выполнена в рамках проведения Молодежной летней школы по лесной фитоценологии «SYLVAN-2023».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Усеня, В. В. Оценка экономических и экологических последствий лесных пожаров в природном комплексе Беларуси / Усеня В. В., Каткова Е. Н. // Эколого-экономический механизм сохранения биоразнообразия особо охраняемых природных территорий Республики Беларусь: материалы I международной научно-практической конференции (Беловежская пуца, 27-28 апреля 2006 г.) / [редколлегия: В. И. Парфенов и др.]. – Брест: Академия, 2006. – С. 270-274.

2. Буряк, Л. В. Влияние пожаров на формирование насаждений Нижнего Приангарья: моногр. / Л. В. Буряк, О. П. Каленская. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2020. – 140 с.

Н.А. Макознак, доц., канд. архитектуры;  
Т.М. Бурганская, доц., канд. биол. наук;  
Г.А. Волченкова, зав. кафедрой, канд. биол. наук  
(БГТУ, г. Минск)

### **К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА ВАСИЛИЯ ГРИГОРЬЕВИЧА АНТИПОВА**



15 февраля 2024 г. исполнилось бы 100 лет со дня рождения доктора биологических наук, профессора, ветерана Великой Отечественной войны Василия Григорьевича Антипова (15.02.1924–22.06.2010), из которых более 70 лет было отдано им трудовой, общественной и научно-педагогической деятельности.

Родился В. Г. Антипов в многодетной семье служащего в д. Бокачи Палкинского района Псковской области. Семнадцатилетним десятиклассником в первый год Великой Отечественной войны был мобилизован на авиационный завод в г. Каменск-Уральский Свердловской области, где работал токарем, а в июле 1942 г. добровольцем ушел в армию.

Прошел всю войну, участвовал в боевых действиях на Волховском, Центральном, 3-м Украинском и Забайкальском фронтах, с августа по декабрь 1944 г. освобождал Румынию, Болгарию, Югославию. В рядах Советской Армии в 1945–1946 гг. воевал на территории Монголии, Маньчжурии и Северного Китая. Был тяжело ранен. Окончил войну в 1946 г. на Забайкальском фронте. Награжден орденом Отечественной войны II степени, медалями «За боевые заслуги», «За освобождение Белграда», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «За победу над Японией», знаком «25 лет Победы в Великой Отечественной войне», «40 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», «60 лет Вооруженных сил СССР» и др.

После демобилизации с 1946 г. работал в г. Волхов, где вступил в члены КПСС. В 1947 г. поступил на факультет городского зеленого строительства Ленинградской ордена Ленина лесотехнической академии им. С. М. Кирова (в настоящее время Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С. М. Кирова) и в 1952 г. получил диплом с отличием по специальности «Озеленение городов» с присвоением квалификации «Инженер зеленого строительства». С 1952 по 1955 гг. продолжил обучение в аспирантуре акаде-



мии на кафедре садово-паркового искусства и зеленого строительства и в 1956 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Озеленение промышленных предприятий г. Ленинграда» с присуждением ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук.

Затем работал старшим инженером-дендрологом в институте «Гипроникель» г. Ленинграда (1955–1956 гг.), а с 1956 по 1958 гг. – старшим научным сотрудником и зав. сектором декоративного садоводства и зеленого строительства ботанического сада АН Латвийской ССР. В период 1958–1967 гг. работал на должности старшего научного сотрудника Центрального ботанического сада АН БССР (г. Минск), в 1958 г. получил ученое звание старшего научного сотрудника по специальности «Зеленое строительство». В январе 1967 г. перешел на педагогическую работу в Черновицкий государственный университет, в 1969 г. получил ученое звание доцента по кафедре «Ботаника».

В 1971 г. работал в должности старшего научного сотрудника Центрального НИИ лесной генетики и селекции (г. Воронеж), а с 1972 по 1977 гг. – старшего научного сотрудника Белорусского НИИ картофелеводства и плодоовощеводства (Минский район). Возглавлял общество охраны природы, показал себя высококвалифицированным специалистом в области декоративного садоводства и зеленого строительства, оказывал методическую и практическую помощь производственным подразделениям. Принимал участие в научном исследовании памятников садово-паркового наследия на территории Беларуси, результаты которого опубликованы в монографии «Парки Белоруссии» [1].

В 1976 г. начал работать в Белорусском технологическом институте им. С. М. Кирова (в настоящее время Белорусский государственный технологический университет) на кафедре охраны природы (позднее кафедра охраны окружающей среды) на должности доцента по озеленению населенных мест. Проводил учебные занятия со студентами специализации «Озеленение населенных мест» (читал лекционные курсы по декоративному садоводству, ландшафтному искусству и садово-парковому строительству, по охране природы, руководил дипломным проектированием). В связи с реорганизацией кафедр института с 1981 г. продолжил работу в должности доцента, а с 1982 г. – в должности профессора кафедры лесных культур по тому же профилю.

В. Г. Антипов успешно сочетал педагогическую и научную работу. Решением Высшей аттестационной комиссии при Совете министров СССР в 1981 г. ему присуждена ученая степень доктора биологических наук за диссертацию «Отношение древесных растений к

промышленным газам», а в 1983 г. – ученое звание профессора по кафедре лесных культур.

С 1984 г. переведен с кафедры лесных культур на кафедру дендрологии и физиологии растений, где читал курсы по ботанике, тропической ботанике, а также ряду других дисциплин специализации «Озеленение населенных мест». В 1988 г. в связи с ликвидацией кафедры дендрологии и физиологии растений был переведен на должность профессора кафедры лесоводства. С 1992 г. вплоть до завершения трудовой деятельности в 2008 г. занимал должность профессора кафедры лесозащиты и садово-паркового строительства.

С именем профессора В. Г. Антипова связано становление и развитие специализаций «Озеленение населенных мест» и «Садово-парковое строительство» в рамках специальности «Лесное и садово-парковое хозяйство», а затем на их базе – самостоятельной специальности «Садово-парковое строительство». В 1988 г. при его непосредственном участии и при поддержке некоторых руководителей партийных органов и сельскохозяйственных предприятий был положительно решен вопрос об осуществлении приема студентов на специализацию «Садово-парковое строительство» в рамках специальности «Лесное и садово-парковое хозяйство». В связи с открытием в 1994 г. специальности «Садово-парковое строительство» (специализация «Строительство и эксплуатация объектов ландшафтной архитектуры») В. Г. Антипов провел большую работу по привлечению научно-педагогических кадров, формированию материальной и учебно-методической базы специальности. Был инициатором разработки и непосредственным разработчиком курсов «Декоративная дендрология», «История и теория ландшафтного искусства», «Системы озеленения населенных мест», программной документации для проведения учебных и производственных практик, в том числе на базе зарубежных объектов ландшафтного искусства, курсового и дипломного проектирования. Являлся руководителем научно-исследовательских работ по профилю садово-паркового строительства, руководил научной разработкой по реставрации исторических парков г. Несвижа.

В. Г. Антипов являлся одним из основателей дендрария университетского ботанического сада, расположенного на территории Негорельского учебно-опытного лесхоза. В 1996 г. руководил коллективом по разработке проекта ландшафтной организации территории партерной части ботанического сада Белорусского государственного технологического университета в целях демонстрации основных приемов садово-паркового искусства и экспозиции видов декоративных растений, находящих широкое применение в садово-парковом строительстве. Принимал активное участие в общественной жизни, являлся

членом бюро Республиканского научно-методического совета общества «Знание», членом городской комиссии Мингорсовета по охране атмосферного воздуха, членом редакционного совета издания «Энциклопедия природы Белоруссии», членом секции охраны природных территорий и памятников природы Республиканского совета Белорусского общества охраны природы.

Василий Григорьевич награжден 21 правительственной наградой. За многолетнюю плодотворную педагогическую, научную и общественную деятельность неоднократно отмечался благодарностями почетными грамотами (Почетной грамотой Министерства высшего и среднего специального образования БССР, Почетной грамотой Президиума Республиканского Совета Белорусского общества охраны природы, почетными грамотами Белорусского государственного технологического университета и др.). Награжден значком «Ударник коммунистического труда», знаками «Победитель социалистического соревнования» 1975 и 1980 гг., медалью «Ветеран труда», нагрудным знаком «Отличник образования».

Профессор В. Г. Антипов опубликовал более 300 научных работ, в том числе 10 монографий, 12 учебно-методических пособий (2 издания учебника «Декоративная дендрология» (2000, 2004 гг.), 3 учебных пособий («Устойчивость древесных растений к промышленным газам», «Декоративные кустарники», «Определитель древесных растений») [2–5].

Профессору В. Г. Антипову были присущи широкая научная эрудиция, высокое педагогическое мастерство, отзывчивость, порядочность, доброжелательность. Его имя хорошо знакомо ученым и специалистам Беларуси, России и других стран.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Антипов, В. Г. Парки Белоруссии / В. Г. Антипов. – Минск: «Ураджай», 1975. – 200 с.

2 Антипов, В. Г. Декоративная дендрология: учебник / В. Г. Антипов. – Минск: Дизайн-ПРО, 2000. – 280 с.

3 Антипов, В. Г. Декоративная дендрология: учебник / В. Г. Антипов. – Минск: БГТУ, 2004. – 470 с.

4 Антипов, В. Г. Устойчивость древесных растений к промышленным газам / В. Г. Антипов. – Минск: Наука и техника, 1979. – 215 с.

5 Антипов, В. Г. Декоративные кустарники / В. Г. Антипов, Э. В. Ваверова. – Минск: «Ураджай», 1978. – 128 с.

6 Антипов, В. Г. Определитель древесных растений: Справ. пособие. – Минск: Вышэйшая школа, 1994. – 486 с.

**ФОРМИРОВАНИЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ СОСНОВЫХ  
НАСАЖДЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПОЛОСНО-ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК В ГЕЗГАЛОВСКОМ  
ЛЕСНИЧЕСТВЕ ДЯТЛОВСКОГО ЛЕСХОЗА**

Согласно Стратегическому плану развития лесохозяйственной отрасли на период с 2015 по 2030 годы [1], доля несплошных рубок главного пользования к 2026–2030 гг. должна достигнуть 33% от общего объема заготовки древесины по рубкам главного пользования. Их проведение позволит своевременно использовать спелую древесину, сохраняя при этом экологические свойства леса и ускоряя его воспроизводство [2].

В Беларуси анализ эффективности проведения различных видов несплошных рубок проводился многими исследователями (Л. Н. Рожков, И. Э. Рихтер, Л. В. Ригаль, К. В. Лабоха, Д. В. Шиман, А. Ч. Борко и др.). [2–9]. Среди несплошных рубок высока доля полосно-постепенных рубок (более 90%) [10], в связи с чем они привлекают наибольшее внимание исследователей.

Несмотря на то, что в Беларуси полосно-постепенные рубки широко внедрились в лесохозяйственную практику, изучение эффективности их проведения, лесоводственно-экологических особенностей, формирования насаждений после рубки являются актуальными. Это связано с тем, что использование данных рубок представляет широкие возможности для проведения экономически рентабельных мероприятий по улучшению роста насаждений и повышению их продуктивности, формирования лесов целевой видовой структуры, сокращения расходов на лесовосстановление в связи с ориентацией на естественное лесовозобновление [2].

Исследования естественного возобновления сосновых насаждений в процессе проведения полосно-постепенных рубок выполнялись на семи участках в насаждениях, где проведены первые приемы рубок в Гезгаловском лесничестве Дятловского лесхоза. Характеристика объектов исследования приведена в таблице 1.

Участки 1–3, 5–7 представляли собой чистые сосновые древостои мшистого типа леса, II класса бонитета, в возрасте от 90 до 110 лет, с полнотой от 0,70 до 1,0, участок 4 – смешанный сосновый древостой мшистого типа леса в возрасте 85 лет, II класса бонитета, с полнотой 0,70.

**Таблица 1 – Характеристика исследуемых насаждений  
(по материалам лесоустройства)**

Уча- сток	Квар- тал, выдел	Площадь, га	Тип леса / эдафотоп	Состав древостоя	Возраст, лет	Полнота	Характеристика подро- ста под пологом древо- стоя
1	216, 17	2,6	С. мш. / А <sub>2</sub>	10С	110	0,8	10С, 25 лет, 4,0 м, 0,5 тыс. шт./га, небла- гонадежный
2	7, 16	7,6	С. мш. / А <sub>2</sub>	10С	100	0,8	8С2Б, 15 лет, 2,0 м, 0,5 тыс. шт./га, небла- гонадежный
3	244, 5	4,1	С. мш. / А <sub>2</sub>	10С + Б	100	0,7	5С3Б2Д, 20 лет, 5,0 м, 0,5 тыс. шт./га, небла- гонадежный
4	73, 5	5,6	С. мш. / А <sub>2</sub>	9С1Б+Е , Ос	85	0,7	5С4Б1Е, 35 лет, 5,0 м, 1,0 тыс. шт./га, небла- гонадежный
5	199, 1	2,3	С. мш. / А <sub>2</sub>	10С	110	0,7	9Е1Д, 40 лет, 6,0 м, 1,0 тыс. шт./га, небла- гонадежный
6	185, 13	2,3	С. мш. / А <sub>2</sub>	10С	90	1,0	–
7	216, 18	4,6	С. мш. / А <sub>2</sub>	10С	110	0,8	8С2Б, 25 лет, 3,0 м, 1,5 тыс. шт./га, небла- гонадежный

Рубки на всех участках проводились с использованием традиционной лесозаготовительной техники и рекомендованных схем разработки лесосек. Так как были назначены полосно-постепенные двухприемные рубки, то ширина вырубаемых и оставляемых полос была одинакова и составляла 20 м. Трелевочный волок размером 4 м устраивался в средней части полосы.

Валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты производились бензиномоторными пилами Stihl MS 361, вывозка сортиментов – с помощью МПТЛ-461.

На участках для анализа формирования молодых насаждений проводили учет естественного возобновления в соответствии с действующей методикой. Для этого закладывали круговые учетные площадки размером 20 м<sup>2</sup> по 20 шт. на участках 2 и 4, по 10 шт. – на остальных.

Следует отметить, что на всех участках после окончания рубки в качестве мероприятий по содействию естественному возобновлению выполнена минерализация почвы плугом ПКЛ-70 в агрегате с трактором МТЗ-82. Ширина минерализованных полос составляла от 0,8 до 1,2 м, доля обработанной площади вырубок – 25–30%.

Характеристика формирующихся молодых насаждений естественного происхождения представлена в таблице 2.

**Таблица 2 – Характеристика формирующихся молодых насаждений естественного происхождения**

Участок	Год рубки	Характеристика естественного возобновления				
		состав	количество, шт./га		возраст главной породы, лет	средняя высота главной породы, м
			всего	в том числе самосева		
1	2019	9С1Б	7 850	2 700	2	0,3
2	2020	8С1Б1Ос	8 650	1 600	3	0,4
3	2019	6С2Б1Олч1Д+Ос	5 600	–	3	0,4
4	2023	7С3Б	4 200	–	2	0,3
5	2019	8С1Е1Б	5 450	2 300	3	0,3
6	2022	7С3Ос	5 700	–	2	0,3
7	2022	10С	5 400	2 950	2	0,3

По данным таблицы 2 видно, что в условиях сосняка мшистого после проведения первого приема полосно-постепенных рубок на вырубленных полосах формируются хвойные насаждения. Общее количество молодой древесной растительности варьирует от 4200 шт./га на участке 4 до 8650 шт./га на участке 2.

Доля хвойных пород в естественно сформированных древостоях составляет от 6 до 10 единиц. На всех участках в составе преобладает сосна. Мягколиственные малоценные породы в составе древостоя встречаются в среднем в незначительном количестве (10–30%), что позволит, при условиях своевременного проведения осветлений и прочисток, сформировать древостои естественного происхождения с доминированием хвойных пород.

Все молодые деревья являются здоровыми и располагаются по площади обследуемых участков равномерно. На участках 1, 3, 6, 7 преобладали мелкие экземпляры древесных растений (39–54%), на участках 2, 4, 5 – средние (36–38%).

Таким образом можно констатировать, что после проведения первого приема полосно-постепенных рубок в сосняках Гезгаловского лесничества Дятловского лесхоза в вырубленных полосах успешно формируются молодые насаждения естественного происхождения из ценных древесных пород, чему способствует своевременное проведение мероприятий по содействию естественному возобновлению.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стратегический план развития лесохозяйственной отрасли на период с 2015 по 2030 годы: утв. утв. зам. Премьер-министра Респ.

Беларусь М. И. Русым 23.12.2014 г. № 06/20-271. Минск : М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 2014. 52 с.

2. Рожков Л. Н. Экологически ориентированное лесоводство. Минск: БГТУ, 2005. 182 с

3. Рихтер И. Э., Сарнацкий В. В., Чистый В. И. Лесоводственная эффективность постепенных рубок в сосняках // Труды БГТУ. Сер. I. Лесн. хоз-во. 1998. Вып. VI. С. 119–125.

4. Ригаль Л. В. Перспективы применения несплошных рубок в сосновых лесах // Труды БГТУ. Сер. I. Лесн. хоз-во. 1998. Вып. VI. С. 125–129.

5. Шиман Д. В. Формирование насаждений постепенными рубками в сосняках Беларуси : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.03.03. Минск, 2010. 22 с.

6. Рожков Л. Н. Новый взгляд на цель несплошных рубок и возобновления леса // Лесное хозяйство : мат. докладов 83-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, науч. сотр. и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 4–14 февр. 2019 г. Минск : БГТУ, 2019. С. 52.

7. Лабоха К. В., Шиман Д. В., Борко А. Ч. Полосно-постепенные рубки в сосновых лесах Беларуси // Устойчивое управление лесами и рациональное лесопользование: мат. междунар. науч.-практ. конф., Минск, 18–21 мая 2010 г. Минск, 2010. Кн. 1. С. 348–352.

8. Лабоха К. В., Шиман Д. В. Постепенные рубки в сосняках Беларуси. Минск : БГТУ, 2013. 284 с.

9. Шиман Д. В., Клыш А. С. Возобновление сосновых насаждений после проведения первых приемов полосно-постепенных рубок в Нарочанско-Вилейском геоботаническом районе Беларуси // Состояние и перспективы развития лесного хозяйства: мат. Всерос. науч.-практ. конф., Омск, 13–14 марта 2017 г. Омск: Омск. гос. агр. ун-т, 2017. С. 38–42.

10. Рожков Л. Н., Давыдовская Т. Д., Бельчина О. Г. Эффективность несплошных рубок в сосняках Негорельского учебно-опытного лесхоза // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. № 38. С. 48–52.

И.В. Маховик, науч. сотр.;  
И.В. Бордок, доц., ученый секретарь, канд. с.-х. наук;  
Н.В. Волкова, мл. науч. сотр.;  
С.Ф. Родионов, науч. сотр.  
(Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель)

## **ПРАКТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ СОРТОВОГО ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ГОЛУБИКИ ТОПЯНОЙ (*VACCINIUM ULIGINOSUM* L.) В ЛЕСНОМ ПИТОМНИКЕ**

Вовлечение в хозяйственную деятельность недревесных, прежде всего пищевых, ресурсов леса с коротким, ежегодным, оборотом восстановления потенциально позволяет не только получить значительную прибыль, но и диверсифицировать источники дохода, что имеет огромное стабилизирующее значение в условиях рыночной экономики. Однако тенденции последних десятилетий указывают на неуклонное снижение ресурсов лесных ягодных растений, увязанное, как с климатическими изменениями, так и усилением антропогенного воздействия. Переход к интенсивным технологиям выращивания грибов и ягод на основе современных достижений науки позволит минимизировать последствия влияния этих факторов.

Богатый биохимический состав ягод, побегов и листьев голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) обеспечивает значительный интерес к этому ягодному растению как источнику ценного пищевого и лекарственного сырья. Несмотря на то, что в условиях Республики Беларусь этот вид распространен во всех лесорастительных подзонах, его ресурсный потенциал неуклонно сокращается на протяжении последнего столетия.

Опыт Института леса НАН Беларуси (функционирование ягодной плантации сем. Брусничные на протяжении более 40 лет) свидетельствует о высокой рентабельности выращивания голубики топяной [1, 2]. Создание новых высокопродуктивных сортов расширяет перспективы плантационного выращивания этого ягодника. Селектированные Институтом леса НАН Беларуси сорта «Памяти Волчкова» и «Жамчужина Гомеля» отличаются от ближайших аналогов хорошей урожайностью, устойчивостью к болезням и вредителям, уникальным цветом ягоды и ее органолептическими свойствами [3].

Цель настоящей работы обобщить накопленный опыт внедрения элементов технологии выращивания посадочного материала голубики топяной (*V. uliginosum* L.).



Первые опыты плантационного выращивания голубики топяной в Беларуси заложены в 1982 г. в Ленинском опытном лесхозе (ныне Кореневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси) на площади 0,15 га. За прошедший период эти посадки существенно расширены коллекцией форм голубики топяной, а также сортоиспытательными участками и маточниками зарегистрированных сортов. Питомник Кореневской ЭЛБ является основной площадкой отработки размножения ягодников подсемейства брусничные и выращивания их посадочного материала для масштабирования технологий плантационного выращивания голубики топяной в учреждениях Минлесхоза.

За последнее десятилетие различные элементы технологии, такие как создание полукультур в естественных насаждениях, опытно-производственные посадки в лесном фонде, опытно-демонстрационные объекты, маточно-сортовые посадки с передачей технологии размножения посадочного материала, созданы в 11 лесохозяйственных учреждениях: 6 – в Гомельском ГПЛХО (Гомельский, Мозырский и Речицкий опытные, Василевичский, Жлодинский, Светлогорский лесхозы), 2 – в Могилевском ГПЛХО (Белыничский и Глусский лесхозы), по 1 – в Гродненском (Островецкий опытный лесхоз) и Минском ГПЛХО (Пуховичский лесхоз) и Национальной академии наук Беларуси (Кореневская ЭЛБ).

Оптимальным примером выполнения такой работы может служить закладка маточно-сортовых посадок голубики топяной сорта «Памяти Волчова» в лесном питомнике Островецкого опытного лесхоза, выполненная в 2022-2023 гг. Во-первых, к этому времени элементы технологического цикла были уже достаточно апробированы, а во-вторых, включение сорта с 2019 г. в Государственном реестре сортов сельскохозяйственных растений позволяет лесхозу выходить на рынок с сортовым посадочным материалом, а не только с ягодной продукцией. С учетом коэффициента размножения голубики топяной одревесневшими черенками 1:10 и зелеными черенками 1:20, для получения черенков в количествах, достаточных для ежегодного выращивания 2-2,5 тыс. единиц посадочного материала необходим маточник в 200 растений на площади около 0,1 га. Наиболее оптимальными для посадки голубики топяной являются двухлетние саженцы с закрытой корневой системой.

Комплекс работ по размножению сортовой голубики топяной выполнен в теплицах питомника Кореневской ЭЛБ с использованием черенков из однолетних одревесневших побегов и зеленых приростов текущего года, заготавливаемых в маточнике на опытно-

производственной плантации. Укоренение черенков выполнялось в гряде заполненной торфо-песчаной смесью с параметрами микроклимата близкими к условиям черенкования декоративных хвойных. Весной второго года выращивания саженцы пикировали для доращивания с закрытой корневой системой.

Оценка морфометрических параметров посадочного материала голубики топяной сорта «Памяти Волчкова» выполнена 23.10.2023 г. и результаты ее статистической обработки приведены в таблице.

**Таблица – Биометрические показатели различных типов двухлетнего посадочного материала голубики топяной сорта «Памяти Волчкова» ко времени закладки объекта**

Статистические показатели	Одревесневшие черенки		Зеленые черенки	
	высота, см	количество побегов, шт.	высота, см	количество побегов, шт.
Среднее	36,5	21,8	40,6	5,1
Стандартная ошибка	3,0	3,3	3,5	0,7
Стандартное отклонение	8,4	9,3	9,3	1,9
Минимум	22,0	12,0	29,0	2,0
Максимум	49,0	35,0	56,0	8,0
Коэффициент вариации	22,9	42,8	23,0	36,3
Точность опыта	8,1	15,1	8,6	13,7

Как видно из таблицы, посадочный материал, полученный укоренением зеленых черенков голубики топяной на второй год выращивания, догоняет аналогичный, полученный укоренением одревесневших черенков по высоте, хотя и существенно (в 4 раза) уступает по количеству побегов. При этом оценка достоверности результатов свидетельствуют об их относительно низкой, для подобных исследований, вариабельности.

Посадка маточника в Остовецком опытном лесхозе выполнена 24.10.2023 г. Для обеспечения возможности дальнейших уходов при выращивании голубики топяной, а также удобства нарезки черенков в ходе эксплуатации маточника использована рядная схема посадки растений с разрывом между рядами 2 м и шагом посадки – 2 м. В северо-западной части питомника подготовлены 4 ряда по 55 посадочных мест размером 30×30 см и глубиной около 50 см.

Подготовленные лунки заполнены предварительно закупленным лесхозом торфяным питательным грунтом с рН<sub>KCl</sub> 4,0-4,5 в смеси с верхним горизонтом извлекаемой минеральной почвы. При высадке посадочного материала корневую систему расправляли, присыпали и слегка утрамбовывали, формируя пристволовой круг (рисунок).

Созданный по описанной выше технологии объект обладает следующими техническими характеристиками: срок службы посадок не менее 40 лет, начало плодоношения – с 2024 г., эксплуатационная

урожайность участка с 2026 г. – 200-300 кг, заготовка черенков для производства сортового посадочного материала: с 2025 г., коэффициент размножения одревесневшими черенками 1:10, зелеными черенками 1:20; расчетная рентабельность не менее 15 %.



**Рисунок – Маточно-сортовые посадки голубики топяной сорта «Памяти Волчкова» в питомнике Островецкого опытного лесхоза**

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по технологии и агротехнике плантационного выращивания клюквы, брусники и голубики (для внедрения в производство) / ВНИИ лесоводства и механизации лесного хозяйства, Институт леса АН Беларуси. М., 1992. 54 с.

2. Яковлев А.П., Рупасова Ж.А., Волчков В.Е. Культивирование клюквы крупноплодной и голубики топяной на выработанных торфяниках севера Беларуси: оптимизация режима минерального питания. Минск : Тонпик, 2002. – 188 с.

3. Маховик И.В., Бордок И.В. Белоплодная линия в коллекции форм голубики топяной (*Vaccinium uliginosum* L.) Института леса Национальной академии наук Беларуси / Опыт и перспективы выращивания нетрадиционных ягодных растений на территории Беларуси и сопредельных стран: материалы Международного научно-практического семинара. Минск : Центральный ботанический сад, 2021. С. 75-79.

УДК 630\*232.49

А.В. Мащицкий, асп.; В.В. Носников, доц., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

#### **ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПОСЛЕ СПЛОШНЫХ САНИТАРНЫХ РУБОК НА ПРИМЕРЕ ЛЮБАНСКОГО ЛЕСХОЗА**

Целью исследования является анализ приживаемости и роста лесных культур сосны обыкновенной, после проведения сплошных санитарных рубок площадью более 3 га. В Любанском лесхозе в период с 2018 – 2023 года было создано 4548,9 га лесных культур, из которых доля сосновых лесных культур составила 3410,3 га или 75% от

общей посадки. Самый большой показатель создания лесных культур в 2018 году, в этот год было проведено лесовосстановление на площади 1650,4 га, из которых 1338 га или 81,1%, созданные сосновые лесные культуры, это все деланки сплошных санитарных рубок.

Для лесовосстановления использовался посадочный материал, выращенный на питомнике лесхоза – однолетние, двухлетние сеянцы с открытой корневой системой, однолетние сеянцы с закрытой корневой системой (ЗКС). В Любанском лесхозе имеется 2 питомника, базисный питомник площадью 23,5 га, кулисно-кольцевой площадью 2,4 га. Более 85% сплошных санитарных рубок было проведено на бедных почвах, с типом лесорастительных условий А1-А2, живой наполненный покров представлен мхами, вереском, редко орляком и лишайниками.

На основании этого использовалась схема посадки 8С2Б, 7С3Б, очень редко 5С5Б, а также 10С (посев). Все культуры были посажены ручным способом под меч Колесова, без применения лесопосадочных машин. Анализ приживаемости лесных культур первого года выращивания, созданных посадочным материалом открытой корневой системой варьируется в пределах 26–75%, самый низкий показатель 26% у лесных культур, созданных однолетним посадочным материалом. Приживаемость лесных культур сосны обыкновенной, созданных посадочным материалом двухлетнего возраста, составила 42,6–90,0%. Приживаемость лесных культур, созданных посадочным материалом с ЗКС, составила 73,8–99,1%.

Низкие значения приживаемости в этом случае могут быть связаны с нарушением технологии посадки, так как такой посадочный материал высаживался под меч Колесова, тем самым создавалась воздушная камера снизу кома субстрата в результате неудовлетворительного прижимания сеянцев.

Анализ приживаемости третьего года выращивания при проведении инвентаризации составил 45 – 86%, после проведения двухлетних дополнений на участках, либо же его отсутствия. Детальные исследования культур более старшего возраста проводились в августе 2023 года. При этом закладывалась пробная площадь для определения сохранности лесных культур и оценки возможности перевода в покрытые лесом площади, а также рост и прирост на 6 год после создания.

Первый участок находился в Любанском лесхозе Калиновском лесничестве, лесной квартал 14, таксационный выдел 15 площадь 4,5 га. Схема посадки 7С3Б. ТЛУ – Мш, А<sub>2</sub>. Количество посаженных экземпляров 5266 шт./га или 3755 шт., 1511 шт. Ряды сосны создавались 2-х летними сеянцами. Ряды березы создавались лесными дичками. На момент пересчета жизнеспособных растений на 1 га получи-

лось 2832 шт. Средняя высота жизнеспособных экземпляров составила 1,56 м, а средний прирост на 2023 год составил 38,9 см. Данный участок по своим показателям может быть переведен в покрытую лесом площадь в 2024 г.

Второй объект располагался в Любанском лесхозе Калиновском лесничестве, лесной квартал 39 таксационный выдел 2.2 площадь 6,2 га. Схема посадки 5С5Б. ТЛУ – Мш, А<sub>2</sub>. Количество посаженных экземпляров 5329 шт./га или С3432 шт., Б1897 шт. Ряды сосны создавались однолетними летними сеянцами. Ряды березы в количестве 2 шт. создавались лесными дичками, а оставшиеся 3 оставались под естественное возобновление этой породой, так как в связи с погодными условиями на территории лесхоза наблюдался дефицит самосева березы повислой.

На момент пересчета жизнеспособных растений на 1 га было учтено 1439 шт., средняя высота жизнеспособных экземпляров составила 1,06 м, а средний прирост за 2023 год составил 14,1 см. Так же натурное обследование показало, что в рядах, которые оставили для естественного возобновления березы, оно как таковое отсутствовало. Пройдя все такие ряды, количество жизнеспособных экземпляров березы было обнаружено в количестве 297 шт. на площади 6,2 га. Анализ наличия жизнеспособных деревьев березы повислой в примыкающих насаждениях показал, что вокруг данного участка, находится сосновый выдел с примесью деревьев березы повислой до 15%, чего явно недостаточно для успешного обсеменения участка в таких условиях. Результаты исследований свидетельствует о том, что такой метод комбинированного возобновления не подходит для условий сплошных санитарных рубок больших площадей в свежих условиях произрастания. По результатам обследования можно предполагать, что участок не будет переведен в покрытые лесом, и подлежит списанию лесных культур.

При проектировании лесных культур сосны обыкновенной на очень сухих, сухих, влажных почвах, нужно строго регламентировать нормативами густоты создаваемых лесных культур, и применять увеличение минимальной густоты на 20% уже при проектировании. Это позволит, гарантировано выйти на нормативы количества перевода и средней высоты деревьев главных пород, подлежащих переводу в покрытые лесом земли, и минимизировать объёмы списания лесных культур. Самым важным при выращивании лесных культур является проведение агротехнических уходов, механизированным способом, по схеме 2-2-1.

П.Г. Мельник, доц., канд. с.-х. наук;  
А.А. Мартыненко, магистрант  
(Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Мытищи,  
Российская Федерация)

## **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ПОЖЕЛТЕНИЯ ХВОИ У РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЛИСТВЕННИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПОДМОСКОВЬЯ**

Фенология как наука имеет большое практическое значение для лесного хозяйства [1]. Издавна все лесохозяйственные работы проводились по так называемому природному календарю, основанному на фенологических наблюдениях. Фенологические наблюдения позволяют установить закономерности между временем наступления фенофаз у растений-индикаторов и оптимальными сроками работ по искусственному лесовосстановлению [2]. Вместе с метеорологическими данными фенологические наблюдения характеризуют многолетние климатические изменения и их влияние на функционирование экосистем. Советский лесовод Н.П. Сахаров утверждал, что осуществление серьёзных лесохозяйственных мероприятий невозможно без точного знания особенностей сезонного развития отдельных лесных пород [3]. Основной лесобразующей породой России является лиственница, все её виды довольно похожи внешне [4]. Однако фенофазы у разных видов лиственницы наступают неодновременно. И если фенофазам роста и вызревания генеративных органов при изучении древесной породы уделяется много внимания, то сезонный рост и развитие хвои практически не исследуются [4, 5]. Между тем, именно эти параметры позволяют определить продолжительность вегетационного периода и интенсивность прироста древесины, прямо влияющие на лесоводственную и экономическую ценность породы. Кроме того, степень пожелтения хвои у лиственницы играет важную роль при распознавании её видов по спектральным признакам [6].

Цель данного исследования – установить характер сезонного различия степени пожелтения хвои у некоторых видов лиственницы в условиях Москворецко-Окской равнины путём изучения фенологических особенностей породы.

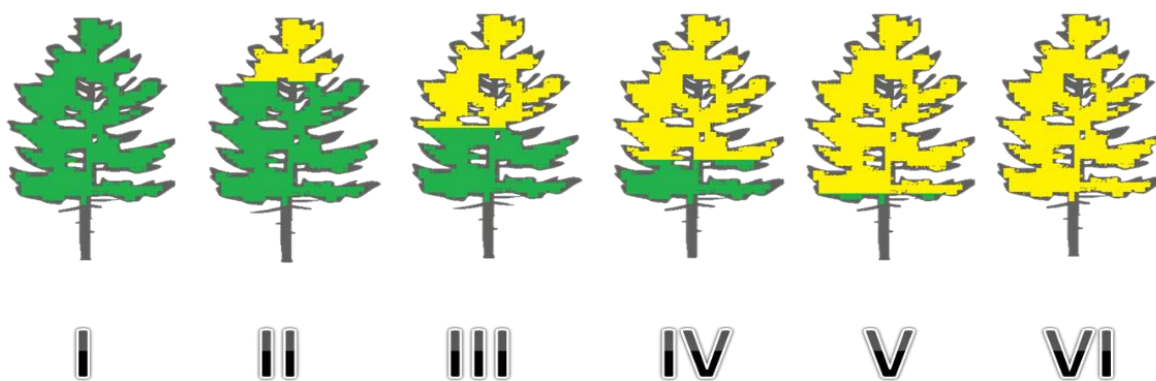
Объектом исследования выбраны экспериментальные географические культуры лиственницы, созданные в 1954-1963 годах в Бронницком лесничестве Виноградовского лесхоза лесничим П.И. Дементьевым под научным руководством профессора Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева, лауреата Сталин-

ской премии В.П. Тимофеева. Географический спектр испытываемых провениенций лиственницы представлен двенадцатью видами. Всего высажено пятьдесят три экотипа, охватывающих практически весь ареал рода *Larix* от Великобритании до Китая, Дальнего Востока России и Канады [7].

Осенью 2023 года нами изучены пять провениенций лиственницы, представленных тремя видами: европейской (*Larix decidua* Mill.), японской, или Кемпфера (*Larix kaempferi* (Lamb.) Cartière) и американской (*Larix laricina* (Du Roi) K. Koch). Все исследуемые экотипы выращены из семян происхождением из естественного ареала, за исключением экотипа 18 лиственницы европейской, семена которой были получены из знаменитых культур, созданных лесоводом-классиком К.Ф. Тюрмером в Уваровском лесхозе Московской области [8]. На всех объектах лиственница создана чистой культурой, только экотип 53 лиственницы американской представлен смешанной посадкой с липой мелколистной [9].

В качестве фенологической классификации нами было предложено шесть классов, иллюстрирующих особенности завершения фенофазы фотосинтеза (рис. 1). I класс включает в себя полностью зелёные деревья (0 % пожелтения хвои), II класс – от 1 до 24 % жёлтой хвои, III – от 25 до 50 %, IV – от 51 до 74 %, V – от 75 до 99 % жёлтой хвои и VI класс – полностью жёлтые деревья. Данная классификация позволит определить сроки окончания вегетационного периода лиственницы каждого из рассматриваемых видов и экотипов.

22 октября 2023 года нами было проведено первое исследование объекта географических культур. В результате обработки и анализа полевого материала получены характеристики пожелтения хвои у изучаемых экотипов лиственницы (таблица).



**Рисунок 1 – Классификация деревьев лиственницы по степени пожелтения хвои**

Согласно результатам, больше всего деревьев с зелёной хвоей, относящихся к I (33 %) и II (50 %) классам, характерно для лиственницы европейской происхождением из Галичского района Ивано-Франковской области (экотип 15). В экотипе 17 из Долинского района наблюдалось больше деревьев с пожелтевшей хвоей, с промежуточными классами – II (24 %), III (29 %) и IV (25 %).

Однако экотип 18, также лиственницы европейской, происхождением из Уваровского лесхоза Московской области, оказался более чем наполовину представлен деревьями V (15 %) и VI (43 %) классов, с осенней окраской хвои. Увеличение пожелтевших крон зафиксировано у лиственницы американской (экотип 53) – III (25 %), IV (29 %), V (18 %) – и японской (экотип 22) – IV (30 %), V (32 %) и VI (21 %).

**Таблица – Распределение деревьев по классам пожелтения хвои у исследуемых экотипов лиственницы**

Класс	Л. европейская						Л. японская		Л. американская	
	Экотип 15		Экотип 17		Экотип 18		Экотип 22		Экотип 53	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
I	54	33	11	10	2	2	-	-	3	2
II	81	50	27	24	10	13	5	5	39	19
III	23	14	33	29	11	14	12	12	51	25
IV	5	3	28	25	10	13	30	30	59	29
V	-	-	11	10	12	15	32	32	36	18
VI	-	-	3	2	34	43	21	21	14	7
Всего:	163	100	113	100	79	100	100	100	202	100

Примечание: Наименование экотипов лиственницы в таблице следующее: 15 – Ивано-Франковская область, Галичский район; 17 – Ивано-Франковская область, Долинский район; 18 – Московская область, Можайский район; 22 – Сахалинская область, остров Томари; 53 – Канада.

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы. Окончание вегетационного периода лиственницы отличается не только у разных видов, но также и у провениенций одного вида. Самый продолжительный вегетационный период зафиксирован у экотипов лиственницы европейской происхождением из естественного ареала (Ивано-Франковская область, Восточные Карпаты).

Промежуточные классы пожелтения хвои характерны для лиственницы американской и японской. Ранее окончание вегетации у лиственницы европейской из Уваровского лесхоза Московской области объясняется адаптацией первого потомства к особенностям климата ареала интродукции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мельник П.Г. Выявление быстрорастущих экотипов ели для целевого лесовосстановления на территории Смоленско-Московской



возвышенности: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – М.: МГУЛ, 1996. – 18 с.

2. Мерзленко М.Д. Ценность фенологических наблюдений для лесохозяйственного производства // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2006. – №1. – С. 37-40.

3. Сахаров Н.П. Фенологические наблюдения – на службу лесному хозяйству. – Харьков: Харьковское книжное изд-во, 1961. – 48 с.

4. Дылис Н.В. Лиственница. – М.: Лесная пром-ть, 1981. – 96 с.

5. Каппер О.Г. Хвойные породы. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1954. – 303 с.

6. Dmitriev E.V., Sokolov A.A., Kozoderov V.V., Delbarre H., Melnik P.G., Donskoi S.A. Spectral-texture classification of high resolution satellite images for the state forest inventory in Russia. Proc. SPIE 11149, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology, 2019, t. XXI, v. 111491J. DOI: 10.1117/12.2532965

7. Тимофеев В.П. Лесные культуры лиственницы. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 216 с.

8. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г., Маликов А.Н. Динамика роста лиственнично-еловых лесных культур К.Ф. Тюрмера // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2020. – Т. 24. – № 2. – С. 11–16. DOI: 10.18698/2542-1468-2020-2-11-16

9. Мельник П.Г., Карасев Н.Н. Лиственница американская (*Larix laricina* (Du Roi) К. Koch) в Подмосковье // Материалы IV Пущинской международной школы-семинара по экологии «Экология 2006: эстафета поколений». – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – С. 37-41.

УДК 630\*232.12

П.Г. Мельник, доц., ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук  
(Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Мытищи;  
Институт лесоведения РАН, с. Успенское, Российская Федерация);  
С.В. Ребко, зав. кафедрой, доц., канд. с.-х. наук (БГТУ, г. Минск)

## **РЕЗУЛЬТАТЫ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКОТИПОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ЗОНЫ СМЕШАННЫХ ЛЕСОВ В ФАЗЕ ФОРМИРОВАНИЯ СТВОЛОВ В УСЛОВИЯХ МЕЩЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ**

Географические культуры представляют собой один из приёмов лесной селекции, выявляющие ценные наследственные особенности инорайонных популяций [1]. В обширном ареале сосны обыкновенной закономерно наблюдается дифференциация популяций вида по наследственным свойствам в географическом градиенте и возможен

поиск высокопродуктивных популяций, причём весьма удалённых от места их апробации [2], перспективных по качеству древесины [3], а также по составу эфирного масла для селекции на устойчивость к биотическим и абиотическим факторам среды [4]. Ценнейший географический спектр испытываемых климатипов сосны заложен весной 1966 года в Авсюнинском лесничестве Куровского ОЛХ Московской области на площади 10,5 га. Тип условий местопроизрастания – простая свежая субурь (В<sub>2</sub>). Метод создания – посадка в специально нарезанные борозды, схема размещения растений – 1,5×1,0 м. Всего было высажено 52 экотипа, охватывающих практически весь ареал рода *Pinus* от Прибалтики и Беларуси до Дальнего Востока России.

Из 52 испытанных экотипов в 2013–2014 гг. изучены 13 провенциций происхождения из зоны смешанных лесов. На момент исследований возраст лесных культур составил 47 лет, биологический – 49 лет. В этом возрасте, географические культуры по своему развитию находились в начальной стадии фазы формирования стволов, начало которой характеризуется завершением отпада (особенно сильного в перегушенных насаждениях) и дальнейшим интенсивным накоплением запаса. В этот период по всей образующей ствола идёт активная работа камбия [5]. В результате обработки полевого материала получены таксационные характеристики экотипов, которые позволяют оценить потенциальную продуктивность сосны в Центральном (№17) лесосеменном районе, Московском (17б) лесосеменном подрайоне России (табл.).

Наибольшую среднюю высоту в 47-летнем возрасте имеют экотипы сосны из Куровского лесхоза Московской области (23,7 м), Тракайского лесхоза Литвы (23,2 м), Звениговского лесхоза Республики Марий Эл, Гаваньского лесхоза Брянской области и Остерского лесхоза Черниговской области с одинаковыми показателями – 23,1 м, худшие показатели у экотипа из Камского лесхоза Республики Татарстан – 18,7 м. Средние диаметры экотипов плавно изменяются от наибольшего 22,5 см у сосны из Темниковского лесхоза Республики Мордовия до наименьшего – 16,0 см у Камского экотипа из Татарстана.

Лучшая сохранность деревьев (густота посадки 6600 шт./га), у Солотчинского (1358 шт./га) и Гаваньского (1320 шт./га) экотипов, которые характеризуются также и высокой продуктивностью. Лидерами по продуктивности являются экотипы из Солотчинского лесхоза Рязанской области (449 м<sup>3</sup>/га) и Звениговского лесхоза Республики Марий Эл (425 м<sup>3</sup>/га), высокую продуктивность показала также и местная сосна из Куровского лесхоза Московской области (400 м<sup>3</sup>/га).

Низкой продуктивностью характеризуются Камский и Алатырский экотипы – 245 и 251 м<sup>3</sup>/га соответственно. Максимальный средний прирост по запасу за год имеют высокопродуктивные экотипы из Рязанской области (9,6 м<sup>3</sup>/га) и Республики Марий Эл (9,0 м<sup>3</sup>), закономерно, что худшие показатели у низкопродуктивных экотипов из Татарстана (5,2 м<sup>3</sup>) и Чувашской Республики (5,3 м<sup>3</sup>).

**Таблица – Результаты роста экотипов сосны из зоны смешанных лесов в географических культурах Авсюнинского лесничества**

Экотип	H <sub>ср</sub> , м	D <sub>1.3</sub> , см	N, шт./га	M, м <sup>3</sup> /га	Z <sub>м</sub> , м <sup>3</sup>	V <sub>ств</sub> , м <sup>3</sup>
15	22,6	22,5	940	400	8,5	0,426
19	21,2	19,9	787	251	5,3	0,319
25	22,3	19,4	1207	376	8,0	0,312
28	22,2	20,0	948	375	8,0	0,396
34	21,6	20,1	1358	449	9,6	0,331
39	23,1	19,7	1294	425	9,0	0,328
43	22,6	20,2	941	319	6,8	0,339
51	23,1	18,9	1320	414	8,8	0,314
63	23,2	20,3	796	298	6,3	0,374
67	18,7	16,0	1316	245	5,2	0,186
71	22,5	18,7	1173	349	7,4	0,298
74	23,1	20,1	1127	360	7,7	0,319
M	23,7	19,4	1215	400	8,5	0,329

Примечание:

1. Наименование экотипов сосны обыкновенной в таблице следующее: 15 – Республика Мордовия, Темниковский лесхоз; 19 – Чувашская Республика, Алатырский лесхоз; 25 – Смоленская область, Ярцевский лесхоз; 28 – Волынская область, Цуманский лесхоз; 34 – Рязанская область, Солотчинский лесхоз; 39 – Республика Марий Эл, Звениговский лесхоз; 43 – Эстония, Верторасский лесхоз; 51 – Брянская область, Гаваньский лесхоз; 63 – Литва, Тракайский лесхоз; 67 – Республика Татарстан, Камский лесхоз; 71 – Владимирская область, Ковровский лесхоз; 74 – Черниговская область, Остерский лесхоз; M – Московская область, Куровской лесхоз.

2. Другие обозначения интерпретируются следующим образом: H<sub>ср</sub> – средняя высота насаждений, м; D<sub>1.3</sub> – средний диаметр деревьев в насаждении, см; N – густота стояния (количество) деревьев, шт./га; M – запас стволовой древесины, м<sup>3</sup>/га; Z<sub>м</sub> – средний прирост по запасу на участке за год, м<sup>3</sup>; V<sub>ств</sub> – средний объем ствола дерева, м<sup>3</sup>.

Средние объёмы стволов сосны на объекте географических культур варьируют от 0,186 до 0,426 м<sup>3</sup>. Безусловным лидером является экотип из Темниковского лесхоза Республики Мордовия – 0,426 м<sup>3</sup>, минимальный средний объем ствола 0,186 м<sup>3</sup> зафиксирован у Камского экотипа из Республики Татарстан.

Для получения полной картины о степени различия в продуктивности исследованных экотипов сосны обыкновенной происхождение

нием из зоны смешанных лесов и местной Подмосковной провениенции, по модифицированной методике рассчитан суммарный показатель целесообразности интродукции или внедрения конкретных экотипов [6].

Сравнительная оценка показала, что наиболее перспективными являются экотипы из Темниковского лесхоза Республики Мордовии ( $G=0,999$ ) и Звениговского лесхоза Республики Марий Эл ( $G=0,125$ ). Необходимо отметить, что в 47-летнем возрасте на данном объекте отдельные испытанные экотипы сосны из Беларуси были в числе лучших, при этом ныне действующим «Лесосеменным районированием» данные провениенции не рекомендованы к использованию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Значение географических лесных культур в сохранении биологического разнообразия древесных растений // Биологическое разнообразие лесных экосистем. – М.: Типография Россельхозакадемии, 1995. – С. 325–327.

2. Пальцев А.М., Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Опыт географических культур ели в зоне смешанных лесов. Обзорная информация. – М.: Изд-во «ВНИИЦлесресурс», 1995. – 35 с.

3. Ребко С.В., Мельник П.Г., Козел А.В., Поплавская Л.Ф., Тупик П.В., Носников В.В. Сравнительная оценка физико-механических свойств древесины различных климатипов сосны обыкновенной // Изв. вузов. Лесн. журн. – 2023. – № 4. – С. 26–40. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-4-26-40

4. Ребко С.В., Мельник П.Г., Ламоткин С.А., Тупик П.В., Поплавская Л.Ф., Носников В.В. Анализ содержания основных компонентов эфирного масла в хвое различных климатипов и подвидов сосны обыкновенной // Resources and Technology, 2021. – Т. 18. – № 3. – С. 17–36. DOI: 10.15393/j2.art.2021.5783

5. Мерзленко М.Д., Бабиц Н.А., Гаврилова О.И. Введение в экологию хвойных лесных культур. – Архангельск: САФУ, 2018. – 379 с.

6. Мерзленко М.Д., Мельник П.Г. Итог тридцати вегетаций в географических культурах ели Сергиево-Посадского опытного лесхоза // Научные труды Московского государственного университета леса. – 1995 – Вып. 274. – С. 64–77.

С.И. Минкевич, доц., канд. с.-х. наук;  
П.В. Севрук, ст. преп., канд. с.-х. наук;  
М.В. Балакир, ст. преп., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **ВЫЯВЛЕНИЕ И ПЕРЕДАЧА ПОД ОХРАНУ МЕСТ ОБИТАНИЯ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ: АНАЛИЗ БАЗ ДАННЫХ ПРАВОВОЙ ИНФОРМАЦИИ**

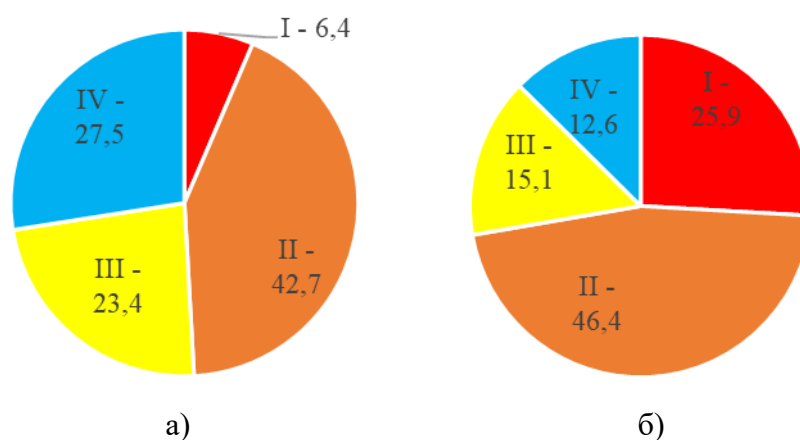
Биологическое разнообразие играет основную роль в сохранении и обеспечении устойчивого развития экосистем. Один из ключевых инструментов в охране биоразнообразия является Красная книга. В настоящее время действует 4-е издание Красной книги Республики Беларусь, подготовленное в 2015 году, которое содержит 202 вида животных [1]. В ходе мониторинга экосистем, а также научных экспедиций выявляются новые места обитания охраняемых диких животных, которые впоследствии берутся под охрану. Установление специального режима охраны и использования мест обитания редких видов животных в процессе полевых обследовательских работ выполняется в соответствии с ТКП 17.07-01-2021 (33140) [2]. Данный технический кодекс содержит перечень условий для установления специального режима охраны и использования мест обитания диких животных.

В данной работе выполнен анализ баз данных решений районных исполнительных комитетов (опубликованных на национальном правовом Интернет-портале Республики Беларусь ([pravo.by](http://pravo.by)) за 2023 г.) [3]; результаты поиска данных структурировались как по видам, передаваемым под охрану, так и по структуре землепользователей, принявшим участки под охрану.

Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения на территории Республики Беларусь виды диких животных классифицируются по категориям национальной природоохранной значимости – от I (наивысшей) до IV (наименьшей). На рисунке 1 представлено распределение выявленных видов диких животных по категориям значимости. За данный период всего выявлено 171 место обитания на общей площади 7528,1 га.

Распределение по категориям национальной природоохранной значимости весьма неоднородно. Наиболее представлены виды II категории – 73 участков, что составляет 42,7% от общего количества. За анализируемый период больше всего было выявлено мест обитания Барсука (*Meles meles*), 39 участков общей площадью 753,3 га. 11 видов диких животных было выявлено всего на одном участке: филин (*Bubo bubo*) с охраняемой площадью 173,8 га, средний кроншнеп

(*Numenius phaeopus*) – 33,1 га, золотистая ржанка (*Pluvialis apricaria*) – 32,8 га, Европейская широкоушка (*Barbastella barbastellus*) – 26,4 га.



**Рисунок 1 – Распределение выявленных редких видов диких животных (%): а) по количеству и б) по общей площади**

Следует отметить, что I категории природоохранной значимости выявлен лишь один вид, а именно Большой подорлик (*Aquila clanga*), взято под охрану 11 мест обитания общей площадью 1951,5 га.

Анализ площадей, взятых под охрану в 2023 году, показал, что большая часть территории относится к II категории национальной природоохранной значимости – 3493,9 га, что составляет 46,4% от общей площади, взятых под охрану диких животных. Средняя площадь охраняемого участка составляет 44,0 га, в частности для I и IV категорий национальной природоохранной значимости 177,4 га и 20,1 га соответственно. Площади охраняемых участков значительно варьируют, от 0,8 га для Малая выпь (*Ixobrychus minutus*) до 454,6 га для Большой подорлик (*Aquila clanga*).

Распределение количества выявленных участков редких видов диких животных и их общая площадь по республиканским органам государственного управления представлено в таблице 1.

Анализ таблицы 1 показал, что основная часть выявленных мест обитания редких видов диких животных как по количеству (76,6%), так и по площади (59,0%) приходится на земли лесного фонда Министерства лесного хозяйства. На землях иных пользователей выявлено незначительное количество редких диких животных, что обусловлено рядом факторов, в частности меньшим биологическим разнообразием, незначительным количеством исследований по выявлению редких видов. Средняя площадь охраняемых участков в разрезе органов государственного управления находится в пределах от 2,6 га на землях местных исполнительных комитетов до 138,3 га на территории ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический

заповедник» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

**Таблица 1 – Распределение выявленных мест обитания редких видов диких животных по республиканским органам государственного управления**

Республиканский орган государственного управления	Выявленные места произрастания редких видов растений				
	количество участков		общая площадь		средняя площадь, га
	шт.	%	га	%	
Лесохозяйственные учреждения Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь (Минлесхоз)	131	76,6	4437,8	59,0	33,9
Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь	19	11,1	2628,5	34,9	138,3
Учреждения Управления делами Президента Республики Беларусь	5	2,9	271,7	3,6	54,3
Местные исполнительные комитеты	4	2,4	10,2	0,1	2,6
Сельскохозяйственные предприятия	12	7,0	179,9	2,4	15,0
<b>Итого</b>	<b>171</b>	<b>100,0</b>	<b>7528,1</b>	<b>100,0</b>	<b>44,0</b>

Анализ таблицы 1 показал, что основная часть выявленных мест обитания редких видов диких животных как по количеству (76,6%), так и по площади (59,0%) приходится на земли лесного фонда Министерства лесного хозяйства. На землях иных пользователей выявлено незначительное количество редких диких животных, что обусловлено рядом факторов, в частности меньшим биологическим разнообразием, незначительным количеством исследований по выявлению редких видов. Средняя площадь охраняемых участков в разрезе органов государственного управления находится в пределах от 2,6 га на землях местных исполнительных комитетов до 138,3 га на территории ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Распределение выявленных мест обитания редких видов диких животных по областям представлено в таблице 2.

За анализируемый период редкие виды диких животных были выявлены во всех областях Беларуси. Наибольшее количество редких видов было обнаружено в Минской (62 видов) и Витебской (56 видов) областях. В Гомельской области взято под охрану 3448,3 га, что составляет 45,8% от общей площади выявленных участков. Следует отметить, что в Могилевской области в 2023 году не было передано под охрану мест обитания редких видов животных.

**Таблица 2 – Распределение выявленных мест обитания редких видов  
диких животных по областям**

Административная область (площадь, %)	Выявленные места произрастания редких видов растений							
	по всем органам государственного управления				в т. ч. по лесохозяйственным учреждениям Минлесхоза			
	количество участков		общая площадь		количество участков		общая площадь	
	шт.	%	га	%	шт.	%	га	%
Брестская (15,8)	15	8,8	229,9	3,1	6	4,6	104,5	2,3
Витебская (19,3)	56	32,7	2538,2	33,7	51	38,9	2266,5	51,1
Гомельская (19,4)	36	21,1	3448,3	45,8	17	13,0	819,8	18,5
Гродненская (12,1)	2	1,2	7,6	0,1	1	0,8	4,6	0,1
Минская (19,4)	62	36,2	1304,1	17,3	56	42,7	1242,4	28,0
Могилевская (14,0)	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Итого (100,0)</b>	<b>171</b>	<b>100,0</b>	<b>7528,1</b>	<b>100,0</b>	<b>131</b>	<b>100,0</b>	<b>4437,8</b>	<b>100,0</b>

Также проведена оценка обнаруженных редких видов животных в лесохозяйственных учреждениях Министерства лесного хозяйства. Необходимо отметить, что в Витебском ГПЛХО взято под охрану 2266,5 га, что составляет 51,1% от общей площади охраняемых участков лесхозов Министерства лесного хозяйства.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Республики Беларусь [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – Режим доступа: [https://minpriroda.gov.by/ru/red\\_book-ru/](https://minpriroda.gov.by/ru/red_book-ru/). – Дата доступа: 24.01.2024.

2. Охрана окружающей среды и природопользование. Животный мир. Правила проведения работ по установлению специального режима охраны и использования мест обитания диких животных, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь: ТКП 17.07-01-2021 (33140). – Введ. 30.09.2021. – Минск: Минприроды, 2021. – 120 с.

3. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/>. – Дата доступа: 24.01.2024.



С.И. Минкевич, доц., канд. с.-х. наук;  
 П.В. Севрук, ст. преп., канд. с.-х. наук;  
 М.В. Балакир, ст. преп., канд. с.-х. наук  
 (БГТУ, г. Минск)

### ВЫЯВЛЕНИЕ И ПЕРЕДАЧА ПОД ОХРАНУ МЕСТ ПРОИЗРАСТАНИЯ ДИКОРАСТУЩИХ РАСТЕНИЙ: АНАЛИЗ БАЗ ДАННЫХ ПРАВОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Выявление и передача под охрану мест произрастания дикорастущих растений, включенных в Красную Книгу Республики Беларусь, выполняется в соответствии с ТКП 17.05-01-2021 (33140) [1]. На национальном уровне все виды разделяются по категориям природоохранной значимости: от I (наивысшей) до IV (наименьшей) [2].

Для анализа информации по выявлению и передаче под охрану мест произрастания дикорастущих растений, включенных в Красную Книгу, была использована открытая база данных нормативно-правовой информации [3]. За 2023 г. было выявлено 334 места на общей площади 2 387,1 га.

Распределение по категориям природоохранной значимости приведено на рисунке.

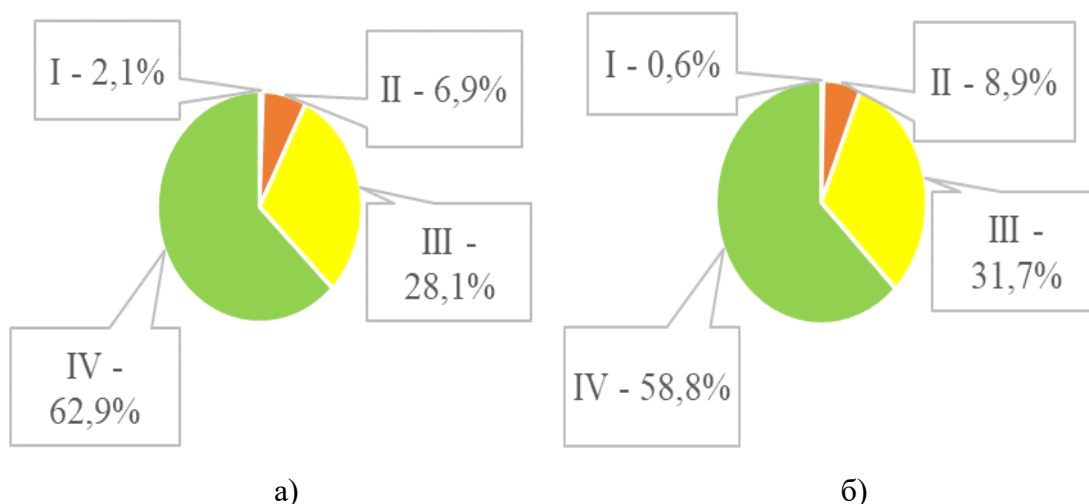


Рисунок – Распределение данных по участкам редких видов растений за 2023 г.: а) по количеству б) по общей площади

Наиболее часто выявляемыми видами были арника горная (*Arnica montana L.*) – 40 участков на площади 277,8 га, неккера перистая (*Neckera pennata Hedw.*) – 35 участков на площади 212,9 га и прострел раскрытый (*Pulsatilla patens (L.) Mill.*) – 29 участков на площади 171,7 га. Стоит отметить, что лук медвежий (*Allium ursinum L.*) также выявлен на достаточно большой площади – 150,8 га, но на несколько

меньшем количестве участков – 11, в сравнении с другими видами. Все виды, кроме лука медвежьего (3 категория), относятся к 4 категории природоохранной значимости.

31 вид растения был выявлен всего на одном участке: умбликария обугленная (около 0,001 га), сальвиния плавающая (*Salvinia natans* (L.) All.) (0,005 га) и неоттианта клобучковая (*Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter) (0,4 га). Умбликария обугленная относится к 1 категории природоохранной значимости, а последние два вида относятся к 4 и 2 категории соответственно.

Наибольшее количество выявленных мест произрастания дикорастущих растений приходится на лесной фонд, находящийся в ведении Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь. Также были выявлены виды на других территориях, как лесного, так и не лесного фонда (таблица 1).

**Таблица 1 – Распределение выявленных мест произрастания дикорастущих растений, включенных в Красную Книгу Республики Беларусь, по органам государственного управления**

Республиканский орган государственного управления	Переданные под охрану участки			
	количество		общая площадь	
	шт.	%	га	%
Лесохозяйственные учреждения Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь	166	49,7	1 162,7	48,7
ГПУ НП «Браславские озера» Управления делами Президента Республики Беларусь	35	10,5	500,9	21,0
ГПНИУ «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь	18	5,4	72,3	3,0
Местные исполнительные комитеты	105	31,4	645,1	27,0
Другие организации	10	3,0	6,1	0,3
<b>Итого</b>	<b>334</b>	<b>100,0</b>	<b>2 387,1</b>	<b>100,0</b>

Стоит отметить, что среди всех органов государственного управления, кроме учреждений, подчиненных Министерству лесного хозяйства, выделяются местные исполнительные комитеты. На их территории взято под охрану 105 участков на площади 645,1 га. Среди них 99 участков на площади 631,3 га взято под охрану УП «Минское лесопарковое хозяйство».

Распределение по областям представлено в таблице 2.

**Таблица 2 – Распределение выявленных мест произрастания по областям**

Административная область (площадь, %)	Выявленные места произрастания редких видов растений							
	по всем органам государственного управления				в т. ч. по лесохозяйственным учреждениям Минлесхоза			
	количество участков		общая площадь		количество участков		общая площадь	
	шт.	%	га	%	шт.	%	га	%
Брестская (15,8)	7	2,1	10,5	0,4	2	0,6	10,5	0,4
Витебская (19,3)	70	21,0	855,2	35,8	35	10,5	354,3	14,8
Гомельская (19,4)	34	10,2	228,7	9,6	16	4,8	156,4	6,6
Гродненская (12,1)	75	22,5	332,3	13,9	74	22,2	332,3	13,9
Минская (19,4)	144	43,1	939,8	39,4	35	10,5	288,6	12,1
Могилевская (14,0)	4	1,2	20,6	0,9	4	1,2	20,6	0,9
<b>Итого (100,0)</b>	<b>334</b>	<b>100,0</b>	<b>2 387,1</b>	<b>100,0</b>	<b>166</b>	<b>49,7</b>	<b>1 162,7</b>	<b>48,7</b>

Анализируя таблицу 2, можно сказать, что проценты выявленных участков по количеству участков и по общей площади сопоставимые. Четкой дифференциации выявленных мест произрастания в 2023 г. не прослеживается.

Наибольший процент участков выявлен в Витебской, Гродненской и Минской области. Маленькая доля в Могилевской и Брестской области может свидетельствовать о меньших объемах полевых исследований. Данные две области являются перспективными для будущих полевых обследований по выявлению мест произрастания дикорастущих растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана окружающей среды и природопользование. Растительный мир. Правила проведения работ по установлению специального режима охраны и использования мест произрастания дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь: ТКП 17.05-01-2021 (33140). – Введ. 30.09.2021. – Минск: Минприроды, 2021. – 109 с.

2. Красная Книга [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. – Режим доступа: [https://minpriroda.gov.by/ru/red\\_book-ru/](https://minpriroda.gov.by/ru/red_book-ru/). – Дата доступа: 24.01.2024.

3. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pravo.by/>. – Дата доступа: 24.01.2024.

С.И. Минкевич, доц., канд. с.-х. наук;  
П.В. Севрук, ст. преп., канд. с.-х. наук;  
Н.П. Демид, доц., канд. с.-х. наук;  
М.В. Балакир, ст. преп., канд. с.-х. наук;  
В.П. Машковский, доц., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ТНПА ПО ЛЕСОУПРАВЛЕНИЮ: СОГЛАСОВАННОСТЬ ИНФОРМАЦИИ, НАЛИЧИЕ ПРОТИВОРЕЧИЙ, ТРЕБУЕМЫЕ ОБНОВЛЕНИЯ**

Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь в пределах своей компетенции самостоятельно, а в необходимых случаях совместно с министерствами и иными республиканскими органами государственного управления издает нормативные правовые акты лесного хозяйства, обязательные для исполнения всеми юридическими лицами, независимо от ведомственной принадлежности и формы собственности.

Правовые предписания законодательных актов в области лесного хозяйства реализуются через постановления Правительства и постановления республиканских органов государственного управления.

Основополагающим документом, регулирующим ведение лесного хозяйства, является Лесной кодекс Республики Беларусь, вступивший в силу с 1 января 2017 г. (с изменениями и дополнениями).

В рамках анализа согласованности (технических) нормативно-правовых актов ((Т) НПА) по лесоустройству и рубкам леса с Лесным кодексом, Законом об ООПТ, в том числе внутренних противоречий, а также противоречий с установившейся практикой, были проанализированы следующие акты:

- Положение об установлении порядка проведения лесоустройства, разработки и утверждения лесоустроительного проекта, внесения в него изменений и (или) дополнений;
- Положение о порядке проведения мониторинга лесов и использования его данных;
- Положение о порядке ведения государственного лесного кадастра и использования его данных;
- Положение об информационной системе государственного лесного кадастра. формы учетной документации государственного лесного кадастра;
- Правила ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС;

- Правила определения расчетной лесосеки по рубкам главного пользования в лесах;
- Правила рубок леса в Республике Беларусь;
- Санитарные правила в лесах Республики Беларусь;
- Правила отвода и таксации лесосек в лесах Республики Беларусь;
- Инструкция о порядке организации и содержании лесоустроительных работ, составе лесоустроительной документации и авторском надзоре за реализацией лесоустроительных проектов;
- Типовая форма проекта организации и ведения лесного хозяйства;
- Инструкция о порядке освидетельствования лесосек и участков лесного фонда, предоставленных для заготовки живицы;
- Инструкция о порядке прокладки технологических коридоров при заготовке пней и корней и установлении форм технологических карт;
- ТКП 622-2018 «Технические требования при лесоустройстве. Отвод и таксация лесосек в лесах Республики Беларусь»;
- СТБ 1360-2002 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Рубки главного пользования. Требования к технологиям»;
- СТБ 1361-2002 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Рубки промежуточного пользования. Требования к технологиям»;
- СТБ 1681-2006 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Лесоустройство. Общие требования»;
- СТБ 1688-2006 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Требования к лесохозяйственному проектированию»;
- СТБ 1715-2007 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Требования к организации и ведению лесного хозяйства в лесах, используемых в целях рекреации».

НПА и ТНПА, требующие изменений, представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Количество НПА и ТНПА, требующих изменений и дополнений**

Положения	Правила	Инструкции	Технические кодексы установившейся практики (ТКП)	Стандарты Беларуси (СТБ)
–	2	2	1	5

Описание противоречий (коллизий, нестыковок), выявленных в действующих НПА и ТНПА, регламентирующих вопросы лесоустройства и рубок леса, приведено в таблице 2.

**Таблица 2 – Описание несоответствий действующих НПА и ТНПА, регламентирующих вопросы лесоустройства и рубок леса (фрагмент)**

Название документа	Пункт с несоответствием	Описание несоответствия
СТБ 1361-2002 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Рубки промежуточного пользования. Требования к технологиям»	Абзац 2 пункта 4.4	Не согласуются сроки окончания проходных рубок в твердолиственных лесных насаждениях порослевого происхождения и в мягколиственных лесных насаждениях с требованиями Правил рубок леса.
СТБ 1681-2006 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Лесостроительство. Общие требования»	Пункт 4.3.5	Некорректно изложены методы таксации.
	Подраздел 5.2 Подготовительные работы	Подраздел содержит ссылки на утратившую силу Инструкцию по проведению лесостроительства государственного лесного фонда (2002 г.); В подразделе используется не существующее в настоящее время деление лесов на группы.
СТБ 1688-2006 «Устойчивое лесопользование и лесопользование. Требования к лесохозяйственному проектированию»	Пункт 5.2.3	В данном пункте используется классификационная единица «группа лесов», которая в настоящее время не используется.
Правила рубок леса в Республике Беларусь	13, глава 1	Приведены требования по проведению рубок леса в местах обитания видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, но нет описания требований по особо охраняемым природным территориям (ООПТ).
	27, глава 2	В целях сохранения биоразнообразия в соответствии с международными соглашениями следует сохранять все древесные породы, произрастающие на лесосеке. К таким древесным породам также приурочены виды животных и растений, важные для сохранения видового разнообразия.

Подготовлены предложения по внесению изменений в НПА и ТНПА с учетом нового лесного и природоохранного законодательства, выявленных внутренних противоречий, противоречий с установившейся практикой.

Л.В. Можаровская, ст. науч. сотр., канд. биол. наук;  
П.С. Кирьянов, науч. сотр.;  
А.В. Падутов, науч. сотр.  
(Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель)

## **ОЦЕНКА КОПИЙНОСТИ ДНК-ЛОКУСОВ, АССОЦИИРОВАННЫХ С АНАТОМИЧЕСКИМИ ПРИЗНАКАМИ ДРЕВЕСИНЫ, ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ**

В настоящее время одним из ведущих направлений в лесном хозяйстве является формирование высокопродуктивных насаждений на генетико-селекционной основе, основным элементом которой является установление наследственных детерминант хозяйственно ценных признаков. Анатомические особенности древесины определяют основные её физико-химические параметры и представляют собой важный предмет для молекулярно-биологического исследования.

Использование ДНК-маркеров количественных признаков, детерминирующих анатомические характеристики древесины, значительно ускоряет отбор перспективных для селекционных целей генотипов деревьев.

На основе применения молекулярно-генетических методов, в том числе мета-анализа экспрессионного профиля сосны ладанной (*Pinus taeda* L.) и сосны обыкновенной (*P. sylvestris* L.), в ряде исследований показано участие в формировании древесины следующих генов: *TUA*, *TUB*, *MIP1*, *LTP*, *AQP* [1-3]. Немаловажную роль при ксилогенезе отдают факторам транскрипции, содержащим NAC/MYB-домены, а также ферменту углеводного метаболизма растений – сахаросинтазе (*SUS*) [4-6].

Ранее на основе высокопроизводительного секвенирования кДНК камбиальных тканей сосны обыкновенной нами были идентифицированы превалирующие транскрипты генов участвующие в формировании древесины: ассоциированные с биосинтезом клеточных компонентов (актина (*act*) – формирующего микрофиламенты и тубулинов (*TUA*, *TUB*) – структурных компонентов микротрубочек цитоскелета), процессами водного транспорта (*MIP/AQP*), фермент углеводного метаболизма растений (сахаросинтаза – *SUS*).

Среди наследственно-обусловленных факторов, определяющих степень фенотипического проявления каких-либо целевых признаков, кроме полиморфизма первичной структуры промоторной области, экзонов и интронов кодирующих генов, значимость имеет и уровень копийности детерминирующих данные признаки генов [7]. Вариабиль-

ность числа копий тех или иных генов может влиять как на повышение, так и на снижение количества продукта гена.

Цель настоящей работы заключалась в проведении оценки уровня копийности ДНК-локусов (*TUA*, *act*, *MIP*, *MYB4*), ассоциированных с анатомическими признаками древесины, плюсовых деревьев сосны обыкновенной.

Объектом исследований являлись плюсовые деревья сосны обыкновенной ( $n=15$ ), возраст насаждения – 120 лет, произрастающие в Ченковском лесничестве ГЛХУ «Корневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси». Препараты ДНК получали СТАВ-методом из фрагментов тканей камбиальных зон стволов деревьев, отобранных на высоте 1,2–1,3 м от поверхности земли. Для проведения анализа относительного числа копий (CNV) ДНК-локусов *TUA*, *act*, *MIP*, *MYB4* в качестве локуса-референса использовали ДНК-локус *TUB*, для количественной ПЦР применялись ранее разработанные нами праймеры [8, 9].

Количественную ПЦР проводили на основании использования коммерческого набора Maxima SYBR Green qPCR Master Mix (Thermo Scientific, США). ПЦР-смесь формировалась согласно инструкции компании-производителя. Уровень CNV определяли на основе методики относительной количественной оценки и согласно следующей формулы:  $R = 2^{-(Ct_{\text{исследуемого локуса}} - Ct_{\text{локуса-референса}})}$  [10].

Для исследуемых генотипов сосны обыкновенной изучена копийность ДНК-локусов *TUA*, *act*, *MIP*, *MYB4*. Диапазон значений  $R$  индивидуальных генотипов деревьев сосны обыкновенной исследуемой выборки по ДНК-локусам варьировал: 0,38–2,42 (*TUA*), 0,62–1,61 (*act*), 0,61–0,79 (*MIP*), 1,29–6,65 (*MYB4*). Средний расчет относительного уровня копийности соотношений *MYB4/TUA* показал повышенное значение CNV для ДНК-локуса *MYB4*, в среднем в  $2,70 \pm 0,60$  раза. Относительный уровень копийности ДНК-локуса *TUA* к *act* исследуемых генотипов деревьев сосны обыкновенной был незначительно повышен и составил в среднем –  $1,21 \pm 0,59$ . Для ДНК-локусов *TUA*, *act*, *MIP* средние значения CNV были близки и варьировали от  $1,03 \pm 0,02$  (*MIP*) до  $1,12 \pm 0,42$  (*TUA*).

Таким образом, установлено, что ДНК-локусы *TUA*, *act*, *MIP*, *MYB4* отличаются уровнем копийности и могут быть использованы как ДНК-маркеры, ассоциированные с анатомическими признаками древесины, для изучения корреляции с фенотипическим проявлением признака – радиальным приростом деревьев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Juvenile-mature wood transition in pine: correlation between



wood properties and candidate gene expression profiles / M. Kumar [et al.] // *Euphytica*. – 2009. – V. 166. – P. 341–355.

2. Association genetics in *Pinus taeda* LI Wood property traits / S.C. Gonzalez-Martinez [et al.] // *Genetics*. – 2007. – V. 175. – P. 399–409.

3. Identification of porin as a binding site for MAP2 / M. Linden, G. Karlsson // *Biochemical and biophysical research communications*. – 1996. – V. 218. – №. 3. – P. 833–836.

4. The plant hormone auxin directs timing of xylem development by inhibition of secondary cell wall deposition through repression of secondary wall NAC-domain transcription factors / C. Johnsson [et al.] // *Physiol. Plant*. – V. 165. – № 4. – 2019. – P. 673–689.

5. Phosphorylation of LTF1, an MYB transcription factor in *Populus*, acts as a sensory switch regulating lignin biosynthesis in wood cells / J. Gui [et al.] // *Molecular plant*. – 2019. – V. 12. – №. 10. – P. 1325–1337.

6. Deficient sucrose synthase activity in developing wood does not specifically affect cellulose biosynthesis, but causes an overall decrease in cell wall polymers / L. Gerber [et al.] // *New Phytologist*. – 2014. – Vol. 203 (4). – P. 1220–1230.

7. Баранов О. Ю., Кабанова С. А. Хромосомные мутации как фактор формирования филогенетической изменчивости лесных древесных растений и фитопатогенных грибов // *Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири*. – 2016. – С. 21–26.

8. Анализ полиморфизма ДНК-локусов *MYB4* и *TUA* *Pinus sylvestris* L. / Можаровская Л.В., Кирьянов П.С., Падутов А.В. // *Лесное хозяйство: материалы 87-й науч.-техн. конференции* – Минск: БГТУ, 2023. – С. 229–231.

9. Молекулярно-генетическая идентификация транскриптов генов, ассоциированных с анатомическими признаками древесины сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) / Л.В. Можаровская, А.П. Сачек, П.С. Кирьянов // *Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. трудов* – Вып. 83. – Гомель: ИЛ НАН Беларуси, 2023. – С. 108–115.

10. Pfaffl M. W. A new mathematical model for relative quantification in real-time RT-PCR // *Nucleic acids research*. – 2001. – Vol. 29 (9). – P. 16–21.

Н.В. Моксина, доц., канд. с.-х. наук;  
М.В. Коломыцев, студ.  
(СибГУ, г. Красноярск, Российская Федерация)

## **ПОКАЗАТЕЛИ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ЯБЛОНИ В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ИМ. ВС. М. КРУТОВСКОГО**

Вопрос изучения и расширения генетического разнообразия древесных плодовых пород является одним из актуальных в селекции растений [1, 2, 3]. Базовой культурой садоводства Сибири является яблоня, занимающая 65–75 % площади плодовых насаждений [4]. Ведущее значение данной культуры обусловлено её агробиологическими особенностями.

Благодаря большому разнообразию видового состава род *Malus* обладает большой изменчивостью и приспособляемостью к различным почвенно-климатическим условиям [5, 6]. Полиморфизм сортов яблони, сказывающийся в размерах, форме, окраске, химическом составе плодов, в большей степени проявляется в семенном потомстве. Используя элементы ранней диагностики, можно оценить генотип деревьев уже на ранних этапах онтогенеза [1].

В коллекции Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского в настоящее время сохраняется богатый генофонд яблони, являющийся базой селекционных исследований [7].

Объектом исследования являлись саженцы яблони, полученные от свободного опыления, произрастающие в мемориальной части Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского. Участок расположен на правом берегу р. Енисей, в устье р. Лалетино. Согласно схеме ландшафтного районирования города Красноярска и его окружения, данная территория находится на стыке ландшафтов подтайги и южной лесостепи [8].

В 2023 году у саженцев были определены высота дерева, диаметр ствола, площадь листа. У плодоносящих экземпляров определили количество плодов, их массу, размеры. Было изучено семенное потомство сортов Белый налив, Бельфлер-китайка, Восковое, Грушовка московская, Золотой шип, Нобилис, Пепин-китайка и др. Установлено, что высота деревьев в возрасте 18 лет варьировала от 1,7 м до 3,2 м при среднем значении  $2,4 \pm 0,09$  м.

Максимальные показатели диаметра ствола составили 10,0 см, площадь листовой пластины –  $38,7 \text{ см}^2$  (среднее значение  $4,5 \pm 0,36$  см и  $24,0 \pm 1,23 \text{ см}^2$  соответственно) (табл. 1).

**Таблица 1 – Статистические показатели семенного потомства яблони**

Показатели	Высота, м	Диаметр, см	Средняя площадь 1 листа, см <sup>2</sup>
$\bar{x}$	2,43	4,5	24,01
$\pm \sigma$	0,521	1,96	6,725
$\pm m$	0,095	0,36	1,228
V, %	21,5	43,9	28,0
P, %	3,9	8,0	5,1

Плодоносили в 2023 году 15 деревьев, что составляет 34% от общего количества. Плоды отличались по размерам, окраске, форме (рис.).



**Рисунок – Окраска плодов семенного потомства яблони:**  
а) красная; б) светло-зеленая

Среднестатистическое значение массы плодов составило 46,35 ±3,186 г (табл. 2). Максимальная масса плодов отмечена у экземпляра 2-11-236 (от 80 до 100 г). Крупными плодами отличались экземпляры 3-09-66 и 2-04-143 (семенное потомство сортов Белый налив и Восковое). Коэффициент варьирования (V, %) по диаметру и высоте плодов составил 15%, что говорит о среднем уровне изменчивости, по массе плодов – 41,8 % (высокий уровень изменчивости по А.С. Мамаеву).

**Таблица 2 – Статистические показатели плодов семенного потомства яблони**

Показатели	Масса, г	Диаметр, см	Высота, см
$\bar{x}$	46,35	4,77	4,49
$\pm \sigma$	19,377	0,714	0,673
$\pm m$	3,186	0,117	0,111
V, %	41,8	15,0	15,0
P, %	6,9	2,5	2,5

Полученные данные позволяют сделать вывод, что все экземпляры семенного потомства яблони находятся в хорошем состоянии. В 2023 году плодоносили 34 % деревьев, среди которых выделены экземпляры отличающиеся окраской, массой плодов, которые можно использовать в дальнейшей селекционной работе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеева Р. Н., Буторова О. Ф., Сапрунова Н. Н. Изменчивость, гибридизация и размножение яблони разных сортов в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского ; М-во образования и науки Российской Федерации, ГОУ ВПО «Сибирский гос. технологический ун-т». – Красноярск, 2016. – 209 с. – ISBN 978-5-8173-0645-3.
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 (101). – С. 201–206. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23145198>.
3. Ulyanovskaya E., Belenko E. Using the genetic diversity of the Malus genus to solve the priority areas of breeding. BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2020. Vol. 25. P. 02001. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202502001>.
4. Раченко, М. А. Направления селекции плодовых и ягодных культур в Иркутской области / М.А. Раченко, Е.Н. Киселева, А.М. Раченко // Основные приемы и технологии совершенствования адаптивно-ландшафтных систем земледелия : Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Солодуна Владимира Ивановича, Молодежный, 10–11 ноября 2022 года. – Молодёжный: Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, 2022. – С. 230–235. – EDN GJOUSA.
5. Седов, Е. Н. Лучшие зимние сорта яблони селекции ВНИИСПК для производства / Е. Н. Седов, З. М. Серова, Т. В. Янчук, С.А. Корнеева // Садоводство и виноградарство, 2018. – Т. 6. – С. 5–11.
6. Седов, Е. Н. Роль селекции в совершенствовании сортимента яблони в России / Е.Н. Седов, З.М. Серова, Т.В. Янчук, С.А. Корнеева // Аграрный научный журнал, 2019. – №. 3. – С. 12–18.
7. Матвеева, Р. Н. Селекция яблони в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. В. Моксина, М.В. Репях. – Красноярск: СибГТУ, 2006. – 357 с. – ISBN-5-8173-0264-4.
8. Безруких В. А., Авдеева Е. В., Селенина Е. А. Обоснование видового состава древесных растений с учетом дендроклиматического районирования территории сибирского города и его пригородной зоны (на примере города Красноярска) // ХБЗ. 2020. №5–6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-vidovogo-sostava-drevesnyh-rasteniy-s-uchetom-dendroklimaticheskogo-rayonirovaniya-territorii-sibirskogo-goroda-i-ego>.

Т.Я. Мясцова, доц., канд. ветеринар. наук;  
В. М. Каплич, проф., д-р биол. наук;  
О.В. Бахур, доц., канд. биол. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **СОВРЕМЕННЫЕ АНТГЕЛЬМИНТИКИ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ГЕЛЬМИНТОЗОВ ДИКИХ ПАРНОКОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ В ВОЛЬЕРАХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОРАСТИТЕЛЬНОЙ ПОДЗОНЫ БЕЛАРУСИ**

Выбор лекарственного препарата для лечения и профилактики гельминтозов требует учета всех факторов и определяется видовым составом гельминтов, состоянием, возрастом животных, временем года, а также спектром действия, токсикологическими свойствами и лекарственной формой антгельминтиков. В опытах, проведенных в вольерах ГПУ «Березинский биосферный заповедник» и Лепельский лесхоз на подкормочных площадках были отработаны дозы и определена эффективность нового препарата «Эприновет» в сравнении с препаратами *тетрамизола* (20%-ный тетраамизола гранулят) и *тимбендазола* (22%-ный гранулят фенбендазола).

В первом опыте установлено, что 20%-ный *тетрамизол* гранулят в дозе 50 мг/кг живой массы животного при однократном скармливании с зерновой смесью благородным оленям и европейским ланям показал более низкую терапевтическую эффективность.

Это подтвердили исследования проб фекалий диких парнокопытных животных, проведенные спустя 10 дней после их дегельминтизации. Установлено, что 20%-ный *тетрамизол* гранулят в лечебной дозе 50 мг/кг внутрь с кормом не вызывает токсических изменений в организме и не влияет на общее состояние спонтанно инвазированных диких животных. Паразитологические исследования показали, что дегельминтизацию следует проводить трижды в подкормочный сезон.

Во втором опыте установлено, что при однократном применении препарата в дозе 30 мг/кг методом группового скармливания с зерновой смесью была получена ИЭ 31,3 % и ИИ 69,4 % у благородного оленя, ИЭ 29,3 % и ИИ 60,1 % у европейской лани без проявления токсического действия. Животные контрольной группы, которые получали аналогичную подкормку без антгельминтиков, оставались зараженными гельминтами желудочно-кишечного тракта на 95–100%.

Параллельно проведены опыты на диких парнокопытных животных, спонтанно зараженных стронгилоидами, мецистоцирами, нематодами, диктиокаулами по изучению эффективности «*тимбендазола*» в сравнении с новым препаратом «*Эприновет*». На одной

подкормочной площадке диким животным скармливали «тимбендазол» в дозе 50 мг/кг живой массы однократно групповым способом. Животным на второй подкормочной площадке скармливали препарат «Эприновет» в дозе 20 мг/кг живой массы однократно также групповым способом. Дикие животные контрольной подкормочной площадки антгельминтики не получали. До начала опыта, т.е. до дачи в подопытных группах животных испытуемых препаратов, и через 10 суток после скармливания им этих препаратов на подкормочных площадках собраны фекалии данных животных и исследованы общепринятыми в паразитологии методами.

При испытании на опытных площадках в вольерах антгельминтиков установлено, что новый препарат «Эприновет» в дозе 20 мг/кг массы животного при скармливании с зерновой смесью диким парнокопытным животным однократно групповым способом при диктиокаулезе, мецистоцирозе у благородных оленей показал 90–93 %-ную терапевтическую эффективность, у европейской лани – 90–92 % при трихоцефалезе, диктиокаулезе и мецистоцирозе.

Таким образом, для дегельминтизации диких парнокопытных животных при вольерном содержании против наиболее распространенных гельминтозов эффективными являются тимбендазол (22%-ный гранулят фенбендазола) и новый отечественный противопаразитарный препарат «Эприновет».

УДК 630\*232

Е.Н. Наквасина, проф., д-р с.-х. наук;  
А.В. Чупров, асп.

(САФУ, г. Архангельск, Российская Федерация);

Н.А. Прожерина, ст. науч. сотр., канд. биол. наук  
(ФИЦКИА, г. Архангельск, Российская Федерация)

## ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ В СОВРЕМЕННЫХ ЛЕСОВОДСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Широкомасштабный эксперимент по созданию географических культур основных лесобразующих пород (сосна, ель, кедр, лиственница) заложен на территории Советского Союза в середине 1970-х годов. Опытные объекты были созданы более чем в 30 пунктах, в различных административных регионах и лесорастительных условиях по единой методике. Аналоги подобных экспериментов были инициированы IUFRO. Основная проблематика при создании сети географических культур стояла в упорядочении дальности трансфера семян при их использовании для лесовосстановления.

На основе первых результатов по изучению созданных географических культур, а также используя производственный опыт создания лесных культур из инорайонных семян, в 1982 г. было подготовлено Лесосеменное районирование [1]. Лесосеменное районирование базировалось на четкой схеме деления страны на лесосеменные районы и подрайоны, основой выделения которых стали схожие основные условия среды и генотипический состав популяций. После выхода Лесосеменного районирования географические культуры систематически обследовались, проводились корректировки и уточнения по дальности перемещения семенного материала, что несомненно сыграло положительную роль в практике лесовосстановительных работ.

По результатам инвентаризации ЕГСК (2010 г.) было подготовлено новое лесосеменное районирование, утвержденное приказом Федеральным агентством лесного хозяйства № 353 от 8 октября 2015 года. Территория России была поделена на укрупненные лесосеменные районы, а упорядочение пользования семенным материалом оговорено в приказе Рослесхоза от 09.11.2020 № 909. Однако продолжающиеся исследования роста и продуктивности географических культур свидетельствуют о необходимости территориальной фрагментации выделенных лесосеменных районов и уточнения дальности переброски семян в их пределах с учетом конкретных мест произрастания маточных насаждений и использования семенного потомства. Целесообразность подобной фрагментации была подтверждена генетическими исследованиями на примере третьего лесосеменного района в Поволжье [2]. Особенно это важно для северных районов страны, где отсутствует постоянная лесосеменная база (плантации) и семена заготавливаются в естественных насаждениях, чаще местным населением.

На Европейском севере России географические культуры сосны обыкновенной и ели обыкновенной созданы в 4 пунктах испытания (Архангельская, Вологодская, Мурманская области и Республика Коми). В соответствии с программой испытания климатипов они периодически обследовались для анализа и продуктивности и с целью корректировки дальности переброски семян.

В то же время, географические культуры в современных научных исследованиях воспринимаются значительно шире, чем заданная программа их создания. Это прослеживается как в опытах IUFRO, так и в российских публикациях. Широкие возможности для генетико-экологических экспериментов открывает произрастания потомств разного географического (а для ели – и видового) происхождения в одном месте произрастания [3]. Феногеногеографические исследования все шире охватывают географические культуры [4].

Коллекции климатипов позволяют изучить не только рост и продуктивность пород, взятых из разных мест произрастания материнских насаждений, но и проследить морфолого-генетические проявления формирования ассимиляционного аппарата, габитуса кроны, репродуктивные особенности на разных этапах жизни потомства. В возрасте 20 лет и старше началось изучение макроструктуры и качества древесины, что дало возможность привлечь элементы дендро-хронологических исследований для познания влияния климатических и погодных вариаций на формирование стволов.

Важной признается роль географических культур как природной лаборатории для решения задач, связанных с изучением реакции различных лесных видов на климатические изменения [5]. Этому способствует то, что практически в каждой коллекции климатипов включены потомства исходных насаждений, расположенных севернее и южнее пункта испытания. Создается эффект моделирования похолодания и потепления при выращивании потомства и возможность проверки их реакции на фенотипическую пластичность потомства, которая может быть дифференцированной на изменение климата [3], так как основывается на внутривидовой изменчивости признаков, которая связана с миграцией видов и у разных региональных популяций может варьировать. Наши исследования [6], проведенные по коллекциям одноименных климатипов трех пунктов испытания географических культур Европейского севера России (Архангельская, Вологодская области и Республика Коми), показали, что *Picea abies*, более отзывчива производственными характеристиками (выживаемость и рост) на климатические изменения. *Picea obovata* – вид более консервативный, и реагирует на климатические изменения слабо. В будущем при потеплении климата в северных территориях можно ожидать прогресса в дальнейшем расселении *Picea abies* по территории Русской равнины, смещения границы зоны интрогрессивной гибридизации в сторону севера.

Моделирование реакции сосны обыкновенной на определенные уровни климатических изменений на примере потомства трех географических рас, произрастающих в географических культурах Архангельской области [7] установлено, что при повышении суммы температур выше  $+10^{\circ}\text{C}$  на  $280^{\circ}$ , возможно увеличение средней высоты, диаметра, объема ствола не более чем на 10-20 %. При этом увеличение роста сосны может составить порядка 3-6 % на каждые  $100^{\circ}\text{C}$  суммы эффективных температур. При похолодании климата на величину примерно того же порядка ( $250^{\circ}$  суммы эффективных температур выше  $+10^{\circ}\text{C}$ ), диаметр, высота и объем ствола снижается на 4–15



%, то есть при понижении суммы эффективных температур на каждые 100°С рост снизится на 2–5%.

Отмечена также репродуктивная лабильность северной сосны на улучшение условий произрастания, что может быть связано с различными генетическими контролями генеративной и вегетативной сфер. Установлено, что при перенесении потомства в новые условия (более теплые или более холодные), по сравнению с местом произрастания материнских насаждений, реакция вегетативной и генеративной сфер, а также атрибутикой генеративных признаков может быть различной [8]. Так, у сосны обыкновенной при потеплении сокращается возраст вступления в репродукцию, увеличивает число репродуцирующих деревьев, количество макро- и микростробилов. И сосна, и ель в 1,5–2 раза повышают массу и всхожесть семян. Репродуктивная реакция связана с уровнем потепления и переходит в отрицательный эффект при снижении термического фактора. Исследования для сосны обыкновенной [9] показали, что будут меняться и параметры шишек – масса, размеры, при относительном сохранении морфотипов (формы апофиз). Это в свою очередь может привести к изменению в количестве плодущих семенных чешуй, их размерности, повышенному формированию выполненных семян и различиям в открытии чешуй при высушивании, что будет влиять на выход семян. На современном этапе географические культуры сохраняют свой потенциал как природная лаборатория по решению вопросов, связанных с лесовосстановлением. Они также служат на перспективу для прогнозирования реакции лесных древесных пород и адаптации лесохозяйственных мероприятий к возможным сценариям климатических изменений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. М.: Лесная промышленность, 1982. 336 с.

2. Шейкина О. В. Состояние генофонда и повышение эффективности селекции сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в среднем Поволжье : Автореф. дисс. ... докт. биол. наук по специальности 4.1.6 – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация. Йошкар-Ола, 2023. 40 с.

3. Географические культуры в ген-экологических исследованиях на Европейском Севере [Монография] / Е. Н. Наквасина, О. А. Юдина, Н. А. Прожерина, И. И. Камалова, Н. С. Минин. Архангельск, 2008. 307 с.

4. Видякин А.И., Санников С.Н., Петрова И.В., Санникова Н.С. Постгляциальная миграция и феногеография популяций сосны обыкновенной

новенной (*Pinus sylvestris* L.) на Северо-Востоке Русской равнины // Известия РАН. Серия биологическая, 2014. №3. С. 304–308.

5. Alberto F., Aitken S.N., Alía R., González-Martínez S.C., Hänninen H., Kremer A., Lefèvre F., Lenormand T., Yeaman S., Whetten R., Savolainen O. Potential for evolutionary responses to climate change – Evidence from tree populations. *Global Change Biology*, 2013, vol. 19, pp. 1645–1661. DOI: 10.1111/gcb.12181.

6. Nakvasina E., Demina N., Prozherina N., Demidova N. Assessment of phenotypic plasticity of spruce species *Picea abies* (L.) Karst. and *P. obovata* (Ledeb.) on provenances tests in European North of Russia // *Central European Forestry Journal*, 65 (2019). Pp. 121–128.

7. Наквасина Е.Н., Прожерина Н.А., Чупров А.В., Беляев В.В. Реакция роста сосны обыкновенной на климатические изменения в широтном градиенте // *Изв. вузов. Лесн. журнал*. 2018. №5. С. 82–93

8. Наквасина Е.Н. Изменения в генеративной сфере сосны обыкновенной при имитации потепления климата // *Известия С.-Петербургской лесотехнической академии*, В.209. 2014. С. 114–125.

Наквасина Е.Н., Прожерина Н.А., Чупров А.В. Формирование шишек сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях изменения климата // *Лесной вестник*, 2023. №4. Т.27. С. 36–46.

УДК 630\*232.325.24

Е.А. Наукович, ассист.  
(БГТУ, г. Минск);

А.В. Романчук, нач. лесопитомника  
(Воложинский лесхоз, г. Воложин)

### **СОРНАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ ЛЕСНОГО ПИТОМНИКА ВОЛОЖИНСКОГО ЛЕСХОЗА И ПРИМЕНЕНИЕ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С НЕЙ**

Выращивание посадочного материала в лесных питомниках затрудняется сорной растительностью, при разрастании которой снижается качество и выход получаемого посадочного материала. Изучение видового состава сорной растительности лесных питомников позволит рационально и научно обоснованно применять гербициды для борьбы с ней. Объектом исследования являлась сорная растительность лесного питомника Воложинского лесхоза. В посевных отделениях ели европейской 2022 года и сосны обыкновенной 2023 года были заложены учетные площадки размером 0,25 м<sup>2</sup> для изучения видового состава сорных растений, проективного покрытия и засоренности ими посевов [1]. Учетные площадки закладывали с использованием рамок

прямоугольной формы с отношением длины к ширине 1:1 [2]. При проведении учета на них принимали во внимание общее проективное покрытие сорняками и их видовой состав.

В посевном отделении однолетней ели европейской летом 2022 года была проведена двухкратная обработка Фюзиладом Форте в дозе 2 л/га (20 июня и 10 августа) и однократная гранатом в дозе 20 г/га (15 июля). Фюзилад Форте – системный послевсходовый гербицид для уничтожения однолетних и многолетних злаковых сорняков, а гранат предназначен для борьбы с однолетними двудольными сорными растениями на ранних фазах роста. Обработку гербицидами проводили водными растворами препаратов с расходом рабочей жидкости 300 л/га опрыскивателем GS Egedal.

Максимальная эффективность Фюзилада Форте достигается при обработке по вегетирующим сорнякам и при хорошем покрытии листовой поверхности сорняков рабочим раствором. Проективное покрытие сорными растениями учетных площадок на момент обработки составляло 35–40%. Сорные растения были представлены 12-ю семействами, из которых наибольшую представленность имели семейства Злаки, Сложноцветные, Гвоздичные и Гречишные. Основную массу сорняков составляли куриное просо, пырей ползучий, мятлик однолетний, торица полевая, пастушья сумка, резушка Таля, марь белая, ширица запрокинутая, звездчатка средняя, одуванчик обыкновенный и бодяк полевой. Через 5–7 дней после первой обработки Фюзиладом Форте точки роста однодольных сорняков и листья стали приобретать красно-бурую окраску, а гибель сорняков наступила в течение 15 дней после применения препарата. Обработка гранатом на ранней фазе роста блокирует деление клеток в растениях двудольных сорняков, вследствие чего их рост прекращается уже через несколько часов после обработки, а в течение недели сорняки засыхают и погибают. Таким образом, обработка посевов ели Фюзиладом Форте и Гранатом позволила сохранить посевы чистыми от сорняков в течение месяца.

Спустя 50 дней была проведена повторная обработка посевов Фюзиладом Форте для борьбы со второй волной однодольных сорняков, которая также показала хорошие результаты. При этом на контрольных участках спустя месяц после первой обработки наблюдалась высокая степень засоренности посевов (проективное покрытие составляло 55–65%), в связи с чем потребовалась первая прополка. Сохранность сеянцев была сопоставима с сохранностью на контрольном участке и составляла от 83,6 до 92,3%.

В октябре 2022 года после заложения верхушечной почки участок обработали препаратом Торнадо в дозировке 2,5 л/га, что позво-

лило уничтожить как злаковые, так и двудольные сорняки, поскольку он обладает неизбирательным системным действием. Гербицидное действие препарата сохранялось до мая 2023 года. В 2023 году на этом участке потребовалась всего одна обработка Фюзиладом Форте, которую провели 18 мая. В посевном отделении сосны обыкновенной 18 мая 2023 года была проведена довсходовая обработка посевов гербицидом Акзифор в дозировке 2 л/га.

На момент обработки засоренность посевов была слабая – проективное покрытие сорными растениями составляло от 15 до 24%. Сорные растения были представлены 9-ю семействами, из которых самыми многочисленными были Злаки и Сложноцветные. Основную часть сорняков составляли мятлик однолетний, просо куриное, пастушья сумка, марь белая, ширица запрокинутая, звездчатка средняя, одуванчик обыкновенный, бодяк полевой, редька дикая и мелколепестник канадский. Акзифор при попадании на листья сорняков действует контактным способом – разрушает клеточные мембраны, вызывая усыхание и гибель сорняков, а почвенное действие препарата, основанное на эффекте защитного "экрана", подавляет прорастающие сорняки. Через месяц после довсходовой обработки Акзифором (15 июля) на участке проведена послевсходовая обработка отрастающих злаковых сорняков Фюзиладом Форте в дозировке 2 л/га.

Согласно учету на 120 день после обработки, проективное покрытие сорными растениями не превышало 10%, а самыми часто встречающимися были мятлик однолетний и марь белая. Это свидетельствует о том, что Акзифор и Фюзилад Форте успешно подавляли прорастающие сорняки, и посевы сосны оставались чистыми на протяжении всего периода вегетации. Сохранность семян сосны на учетных площадках составила от 85,3 до 94,6%, что сопоставимо с контролем с ручными прополками (88,7%). Таким образом, Акзифор не оказал негативного влияния на всходы сосны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь / [Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, Институт защиты растений]. – Несвиж: Несвижская укрупненная типография, 2007. – 58 с.

2. Туликов, А. М. Методы учета и картирования сорнополевой растительности / Министерство сельского хозяйства СССР. Московская сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева. Кафедра земледелия и методики опытного дела. – М., 1974. – 51 с.

### АЛЛЕЛЬНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ГЕНА PaLAR3 ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ, АССОЦИИРОВАННОГО С УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ЕЛОВОЙ КОРНЕВОЙ ГУБКЕ

Ель европейская (*Picea abies* (L.) Н. Karst.) является одной из главных лесообразующих пород на территории Беларуси. Согласно литературным данным, одним из механизмов формирования устойчивости данной древесной породы к *Heterobasidion parviporum* Niemelä & Korhonen – патогенному грибу, вызывающему корневую и комлевую гниль, является выработка производных флаван-3,4-диола – лейкоантоцианидинов, что способствует повышению устойчивости деревьев на  $\approx 25\%$  [1]. Проведенные молекулярно-генетические исследования популяций ели европейской в Швеции показали, что уровень накопления лейкоантоцианидина в древесине ассоциирован с активностью гена PaLAR3, детерминирующего заключительный этап его биосинтеза [2]. В ходе изучения промотора локуса PaLAR3 у белорусских генотипов ели европейской, нами были идентифицированы новые аллельные варианты, что может указывать на наличие более широкого спектра изменчивости, потенциально способной оказывать влияние на интенсивность биосинтеза лейкоантоцианидина.

В качестве объектов исследования нами были выбраны клоны плюсовых деревьев ели европейской, произрастающих на лесосеменных плантациях II порядка, расположенных на территории 15 государственных лесохозяйственных учреждений. Общее число проанализированных деревьев составило 750 шт. В качестве экспериментального материала для выделения ДНК использованы образцы хвои. Молекулярно-генетический анализ деревьев выполнялся на основании стандартных методик [3] с использованием праймеров для амплификации промотора гена PaLAR3, представленных в ранее опубликованной работе [4]. Типирование аллельных (генотипических) вариантов производилось на основании электрофоретического фракционирования продуктов ПЦР-амплификации в 1,4% агарозном геле с применением 1×ТБЭ-буфера.

В результате проведенного молекулярно-генетического анализа клонов были выявлены следующие электрофоретические варианты, относящихся к двум основным группам аллелей:

- 1) А (А, А<sub>1</sub>, А<sub>2</sub>, А<sub>3</sub>) – "восприимчивый" к *H. parviporum* фенотип;
- 2) В (В, С, С<sub>1</sub>, D) – "устойчивый" к *H. parviporum* фенотип.

Данные молекулярно-генетической оценки хемотипов ели европейской приведены в таблице.

**Таблица – Встречаемость хемотипов ели европейской на ЛСП II  
порядка на основании молекулярно-генетических данных**

Лесхоз	Хемотипы, %									
	1	2								3
	AA	AB	A <sub>1</sub> B	A <sub>2</sub> B	A <sub>3</sub> B	AC	AC <sub>1</sub>	AD	A <sub>3</sub> D	BB
Барановичский	38,0	42,0	4,0	2,0	0	0	0	2,0	0	12,0
Березинский	32,0	54,0	4,0			4,0				6,0
Глубокский опытный	47,9	35,4	2,1	6,3	0	0,0	0	0	0	8,3
Гродненский	34,0	30,0		2,0	2,0					32,0
Жлобинский	72,0	18,0								10,0
Ивацевичский	46,0	28,0	8,0	2,0	0	2,0	0	0	0	14,0
Крупский	36,0	24,0	2,0	4,0		14,0		2,0		18,0
Лиозненский	49,0	35,3	3,9	2,0	2,0	2,0	0	2,0	0	3,9
Ляховичский	48,0	38,0		2,0		2,0				10,0
Могилевский	62,0	24,0				2,0				12,0
Оршанский	22,4	51,0	4,1	4,1	0	0,0	0	2,0	0	16,3
Полоцкий	42,0	30,0	6,0	6,0	0	2,0	2,0	2,0	2,0	8,0
Рогачёвский	50,0	26,0	4,0	4,0				4,0		12,0
Скидельский	14,0	70,0	2,0	4,0		2,0		2,0		6,0
Чериковский	52,0	20,0	2,0	6,0		2,0				18,0

Примечание: 1 – восприимчивый тип, 2 – промежуточный тип, 3 – устойчивый тип

Как видно из таблицы идентифицированные варианты формируют 10 генотипических комбинаций, из которых наиболее распространенными (суммарно ≈ 90%) являются три: AA (43%), AB (35%) и BB (12%). Так же следует отметить неравномерность количества устойчивых хемотипов ели в различных лесхозах. Как следует из таблицы, наибольшее количество "устойчивых" клонов было выявлено на лесосеменной плантации Гродненского лесхоза, наименьшее – Лиозненского.

*Работа выполнялась в рамках гранта БРФФИ Б22М-055.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Flavan-3-ols in Norway Spruce: Biosynthesis, Accumulation, and Function in Response to Attack by the Bark Beetle-Associated Fungus *Ceratocystis polonica* / A. Hammerbacher [et al.] // *Plant Physiology*. – 2014. – Vol. 164, №4. – P. 2107-2122.

2. *Nemesio-Gorriz* M. et al. Different alleles of a gene encoding leucoanthocyanidin reductase (PaLAR3) influence resistance against the fungus *Heterobasidion parviporum* in *Picea abies* // *Plant Physiology*. 2016. Vol. 171. №4. P. 2671–2681.

3. Падутов В.Е., Баранов О.Ю., Воропаев Е.В. Методы молекулярно-генетического анализа. – Мн.: Юнипол, 2007. – 176 с.

4. Разработка набора маркеров ели европейской, ассоциированных с биосинтезом лейкоантоцианидина – биохимического фактора, определяющего устойчивость к еловой корневой губке / А.М. Нестюк, С.В. Пантелеев, П.С. Кирьянов, О.Ю. Баранов //Лесная наука, молодежь, будущее – 2021: Материалы II международной школы-конференции молодых ученых (Гомель, 6-9 июля 2021 г.) / НАН Беларуси, Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель: ООО «Типография «Белдрук», 2021. – С. 126–129.

УДК 631.43:630

Т.П. Новикова, доц., канд. техн. наук;  
Т.В. Новикова, асп.; А.И. Новиков, доц., д-р. техн. наук  
(ВГЛУ, г. Воронеж, Российская Федерация)

### **ВЛИЯНИЕ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВ НА ПРОЦЕСС ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ**

Плотность почвы во многом определяет урожай лесных растений и оказывает влияние на рост корневой системы. Уплотненная почва создает преграды для проникновения корней, воды, воздуха [1].

Уплотнение почвы является одним из наиболее выраженных последствий механизированных лесозаготовительных и лесохозяйственных работ, вызванных возникающими вертикальными и горизонтальными нагрузками на почву [8]. Степень уплотнения лесной почвы «от воздействия движителей (колесных, гусеничных или комбинированных) напрямую влияет как на расход топлива энергетической установкой [17] лесотранспортной машины, способность лесных семян [14] к прорастанию [8]», так и на прирост по диаметру хвойных деревьев [18]. Оставленные в результате лесозаготовительных работ заносы и колеи могут значительно нарушить физические, химические и биологические свойства почв и серьезно изменить функцию лесной экосистемы [2]. Фокус начального этапа технологического процесса восстановления леса [9] при управлении лесовосстановительным производством [10,13] неизменно будет смещаться к эффективному выбору [11] технологических приемов и технических средств подготовки почвы, а также к оценке степени уплотнения почвы, аккумулируемые в структуре справочной информационной системы FLR-Library [12,15,16].

Лесные почвы обычно имеют низкие значения насыпной плотности из-за их богатства органическим веществом, особенно в верхних слоях. Как правило, низкая насыпная плотность почвы делает ее более склонной к уплотнению. Уплотнение лесных почв способно снизить

общую пористость на 50-60% [2]. В свою очередь снижение пористости почвы снижает степень проникновения воды и воздуха, что негативно сказывается на корневой системе. Уплотнение почвы, как следствие применения тяжелой техники при лесозаготовительных работах, значительно ухудшает физические свойства почвы, разрушает структуру почвы, нарушает баланс и продуктивность древостоя [3,4].

Степень деформации почвы в результате уплотнения зависит от нескольких свойств, таких как начальная насыпная плотность, структура, гранулометрический состав, глубина, содержание органических веществ и воды, а также от внешних факторов воздействия – вес и частота проезда машин, время после прохода машин. Согласно исследованиям [5,6], почвы с более крупной гранулометрической структурой более устойчивы к уплотнению, в сравнении с мелкой текстурой. Почвы с мелкой текстурой обычно удерживают больше воды, чем почвы с грубой текстурой, и, таким образом, делают почву более восприимчивой к уплотнению [6].

Также известно, что наибольшее уплотнение лесных почв происходит после первых проходов машин, по сравнению с уплотнением от последующих проходов. Однако на уплотнение лесных почв влияет не только количество проходов и их последовательность, но физико-механический состав почвы и технические характеристики, включая конфигурацию, машин. Вес машин напрямую влияет на уплотнение почвы – чем легче машина, тем меньшее влияние она оказывает на почву [2].

Помимо нивелирования уплотнения почвы от прохода тяжелой лесозаготовительной техники, в процессе лесовосстановления существуют проблемы с почвенным покровом, возникающие на этапе подготовки почвы к посадке саженцев: уборка порубочных остатков, корчевание пней. «Вместе с выкорчеванными пнями удаляется плодородный слой почвы, движители корчевателей, в связи с превышением сопротивления пней их удалению касательной силы, развиваемой гусеницами трактора, буксуют и образуют глубокую колею, уплотняют и разрушают структуру почвы. После корчевки образуются подпневные ямы, которые затем при обработке почвы частично засыпаются, но все-таки остаются микропонижения, являющиеся зоной локального заболачивания, последующего вымокания и причиной гибели культур» [7].

Таким образом, планирование процесса восстановления лесных ландшафтов и выбор технологических операций должен исходить из: категории земель, так как категория определяет назначение и характеристики земель; процесса (лесовосстановление, лесоразведение, содействие естественному лесовосстановлению) характеризующего принцип приращения лесных ландшафтов (например, если речь идет о



лесоразведении, то можно констатировать факт того, что при подготовке почвы не нужно будет проводить корчевание пней, однако с высокой долей вероятности возникнет проблема задержания почвы; при лесовосстановлении необходимо учитывать причины восстановления лесного ландшафта: после пожара (изменение свойств и структуры почвы, сбор древесных остатков, корчевание пней); после рубок (уплотнение почвы, сбор порубочных остатков, корчевание пней) и др.); физико-механических и химических свойств почвы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шеин, Е.В. Курс физики почв.: Учебник. -М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.
2. Nazari M., Eteghadipour M., Zarebanadkouki M., Ghorbani M., Dippok J MA, BUyera N and Zamanian K (2021) Impacts of Logging-Associated Compaction on Forest Soils: A Meta-Analysis. *Front. For. Glob. Change* 4:780074. doi: 10.3389/ffgc.2021.780074
3. Ramineh, A.; Jourgholami, M.; Etemad, V.; Jafari, M.; Picchio, R. Effect of Different Vegetation Restoration on Recovery of Compaction-Induced Soil Degradation in Hyrcanian Mixed Forests: Influence on Soil C and N Pools and Enzyme Activities. *Forests* 2023, 14, 603. <https://doi.org/10.3390/f14030603>
4. Новикова, Т. В. Методы оценки уплотнения почв при лесозаготовке / Т. В. Новикова, Т. П. Новикова // Современный лесной комплекс страны: актуальные векторы развития : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 05 октября 2023 года / Отв. редактор А.А. Платонов. – Воронеж: ВГЛУ, 2023. – С. 186-190. – DOI 10.58168/MFCCA\_VD\_186-190.
5. Magagnotti, N., Spinelli, R., Güldner, O., and Erler, J. (2012). Site impact after motor-manual and mechanised thinning in Mediterranean pine plantations. *Biosyst. Eng.* 113, 140–147. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2012.07.001
6. Cambi, M., Paffetti, D., Vettori, C., Picchio, R., Venanzi, R., and Marchi, E. (2017b). Assessment of the impact of forest harvesting operations on the physical parameters and microbiological components on a Mediterranean sandy soil in an Italian stone pine stand. *Eur. J. For. Res.* 136, 205–215. doi: 10.1007/s10342-016-1020-5
7. Бартнев, И. М. Снижение вредного воздействия лесных тракторов и лесосечных машин на почву и насаждения / И. М. Бартнев, М. В. Драпалюк // Лесотехнический журнал. – 2012. – № 1(5). – С. 61-66.
8. Двухосные сочлененные лесотранспортные машины в условиях лесосеки: оценка применимости / В. В. Гудков [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2022. – Т. 12, № 4(48). – С. 77-95. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2022.4/6. – EDN GQYDZW.

9. Патент № 2714705 С1 Российская Федерация, МПК А01G 23/00. Способ восстановления леса : № 2019115418 : заявл. 20.05.2019 : опубл. 19.02.2020. – EDN GZDLVJ.

10. Беляева, Т. П. Интегрированная среда управления производственными процессами на основе ИПИ-технологий // Моделирование систем и процессов. – 2010. – № 1-2. – С. 18-23. – EDN NXNADH.

11. Novikova, T. P. The choice of a set of operations for forest landscape restoration technology / T. P. Novikova // Inventions. – 2022. – Vol. 7, No. 1. – DOI 10.3390/inventions7010001.

12. Справочная информационная система FLR-Library для адаптивного лесовосстановления: информационная модель / А.И. Новиков [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 4(52). – С. 114-124. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2023.4/7. – EDN KDASFL.

13. К вопросу об управлении этапами лесовосстановления / С.А. Евдокимова [и др.] // Моделирование информационных систем : Материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 19–20 мая 2021 года. – Воронеж: ВГЛУ, 2021. – С. 165-169. – DOI 10.34220/MIS165-169. – EDN PMVNMU.

14. Novikov, A. I. Non-Destructive Quality Control of Forest Seeds in Globalization: Problems and Prospects of Output Innovative Products / A. I. Novikov, T. P. Novikova // Globalization and its socio-economic consequences: Proceedings, Rajecke Teplice, Slovak Republic, 10–11 октября 2018 года. – Rajecke Teplice, Slovak Republic: University of Zilina, 2018. – P. 1260-1267.

15. Новикова, Т. П. Справочная информационная система FLR-Library для адаптивного лесовосстановления: кластерный анализ дескрипторов / Т. П. Новикова, А. И. Новиков, Е. П. Петрищев // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 3(51). – С. 164-179. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2023.3/12.

16. Новикова, Т. П. Разработка алгоритма и модели функционирования информационной системы для малого сельскохозяйственного предприятия / Т. П. Новикова, Т. В. Новикова, А. И. Новиков // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 4. – С. 53-58. – DOI 10.12737/2219-0767-2021-13-4-53-58.

17. К вопросу развития системы энергообразования двигателей внутреннего сгорания / С. В. Дорохин [и др.] // Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования. – Воронеж: ВГЛУ, 2014. – С. 272-274.

18. Blouin, V.M. Effects of compaction and water content on lodgepole pine seedling growth / V.M. Blouin, M.G. Schmidt, C.E. Bulmer, M. Krzic // Forest Ecology and Management. – 2008. – Vol. 255. – № 7. – P. 2444-2452. – DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.01.008>.

Т.П. Новикова, доц., канд. техн. наук;  
Е.П. Петрищев, асп.;  
А.И. Новиков, доц., д-р. техн. наук  
(ВГЛТУ, г. Воронеж)

## **ВЛИЯНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ НА ПРОЦЕСС АДАПТИВНОГО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ**

Процесс адаптивного лесовосстановления подразумевает адаптацию к изменению климата как посадку (посев) древесных культур, устойчивых к изменению климата, либо завоз и адаптацию «южных» пород в северные широты [1].

В свою очередь, изменение климата меняет физическую среду, то есть изменяются климатические индексы – годовое количество градусо-дней [12], среднемесячная температура воздуха, среднемесячная сумма атмосферных осадков, максимальное количество туманных дней, роза ветров, уровень кислорода в атмосфере, уровень мирового океана и его химический состав и др.

Изменение факторов физической среды влияет на физико-механические свойства почвы, которые служат одними из определяющих при управлении технологическими этапами лесовосстановления [13]. Таким образом, необходимо учитывать, что изменение климата влияет на физико-механический состав почв, а он, в свою очередь, является одним из факторов, определяющих процесс лесовосстановления.

Процесс взаимовлияния изменения климата и адаптивного лесовосстановления можно сравнить с принципом взаимосвязи физических свойств почвы и процессов – «в почве нет ни одного свойства, которое можно было бы считать абсолютно независимым от других и единственно определяющим почвенные процессы. Все свойства зависят друг от друга и взаимосвязаны [2]».

К базовым физико-механическим свойствам почвы, влияющим на выбор технологии лесовосстановления, можно отнести: гранулометрический состав, плотность почвы, структуру почвы. Существуют, и другие свойства (минералогический состав, содержание органических веществ, химический состав), а также водные и воздушные свойства почвы (влагопроводность, водоудерживающая способность, влагоёмкость, воздухопроводность) [3], которые напрямую или опосредованно могут влиять на физико-механические свойства почвы.

Плотность почвы оказывает большое влияние на рост растения через корневую систему: при высокой плотности почвы – низкая порозность [2] (в почве содержится мало воды, а при выпадении осадков становится мало воздуха, что негативно сказывается на корневой системе лесного растения); при низкой плотности возникают проблемы контактности корневой системы с почвой (возникает задача прикатывания, уплотнения такой почвы [4,5]). Искусственное уплотнение лесной почвы может возникать также при механическом воздействии движителей лесосечных машин [14].

«Под гранулометрическим (механическим – устаревшее, почвенной текстурой) составом почв и почвообразующих пород понимают относительное содержание в почве элементарных почвенных частиц различного диаметра, независимо от их минералогического и химического состава. Гранулометрический состав выражается прежде всего в виде массовых процентов фракций гранулометрических частиц различного размера [2]».

Гранулометрический состав почвы позволяет определять другие свойства почвы, классифицировать почву и при создании искусственных почв правильно подбирать гранулометрические фракции в зависимости от целей и заданных свойств почвы.

«Структура почвы – это форма и размер структурных отдельных частей в виде макроагрегатов (педов), на которые распадается почва [2]». Структура почвы бывает: массивная, зернистая, столбчатая, блочная, пластинчатая, призматическая. На рост и развитие растений структура почвы влияет посредством формирования водного, воздушного, питательного, теплового режимов.

Почвы обеспечивают оптимальные условия для произрастания растений естественных и агроценозов, создавая благоприятное соотношение воды и воздуха для корней и поставляя элементы минерального питания [3]. Лесные почвы хранят более 40% общего количества органического углерода в наземных экосистемах и, следовательно, являются важными регуляторами глобального содержания углекислого газа [6].

Восстановление лесных ландшафтов является важной стратегией смягчения последствий изменения климата и адаптации к ним. Это также может улучшить здоровье экосистем и создать возможности для получения средств к существованию для зависящих от лесов сообществ, повышая способность ландшафтов реагировать на связанные с климатом потрясения и стрессовые факторы [7].

В ранних исследованиях [8,9] был предложен алгоритм управления процессом лесовосстановления [15], который описывал воз-

возможные технологии лесовосстановления и необходимые технологические операции, включая подготовку и обработку почвы. Однако, для учета жизненного цикла [16] экосистемных услуг при дальнейших исследованиях [10] встала задача определения и учета свойств почвы через входные переменные для данного алгоритма, так как выбор машин и оборудования должен базироваться не только на производительности, но и учитывать исходные данные по почвенным характеристикам для оптимального роста и развития древесных пород.

Данное исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 23-26-00102, <https://rscf.ru/project/23-26-00102/> [11].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новикова, Т. П. Справочная информационная система FLR-Library для адаптивного лесовосстановления: кластерный анализ дескрипторов / Т. П. Новикова, А. И. Новиков, Е. П. Петрищев // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 3(51). – С. 164-179. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2023.3/12.

2. Шейн, Е.В. Курс физики почв.: Учебник. -М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.

3. Почва : Большая российская энциклопедия, 2015. URL: <https://bigenc.ru/c/pochva-a23782>. Актуализация: 2022.

4. Новикова, Т. П. Разработка алгоритма и модели функционирования информационной системы для малого сельскохозяйственного предприятия / Т. П. Новикова, Т. В. Новикова, А. И. Новиков // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 4. – С. 53-58. – DOI 10.12737/2219-0767-2021-13-4-53-58.

5. Новикова, Т. В. Методы оценки уплотнения почв при лесозаготовке / Т. В. Новикова, Т. П. Новикова // Современный лесной комплекс страны: актуальные векторы развития : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 05 октября 2023 года / Отв. редактор А.А. Платонов. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2023. – С. 186-190. – DOI 10.58168/MFCCA\_VD\_186-190.

6. Nazari M, Eteghadipour M, Zarebanadkouki M, Ghorbani M, Dippok J MA, BUyera N and Zamanian K (2021) Impacts of Logging-Associated Compaction on Forest Soils: A Meta-Analysis. *Front. For. Glob. Change* 4:780074. doi: 10.3389/ffgc.2021.780074

7. FAO and WRI. The Road to Restoration: a guide to identifying priorities and indicator for monitoring forest and landscape restoration / FAO and WRI. – 2019. – 78 p.

8. Novikov, A. I. Non-Destructive Quality Control of Forest Seeds in Globalization: Problems and Prospects of Output Innovative Products / A. I. Novikov, T. P. Novikova // Globalization and its socio-economic consequences: Proceedings, Rajecke Teplice, Slovak Republic, 10–11 октября 2018 года. – Rajecke Teplice, Slovak Republic: University of Zilina, 2018. – P. 1260-1267.

9. Novikova, T. P. The choice of a set of operations for forest landscape restoration technology / T. P. Novikova // Inventions. – 2022. – Vol. 7, No. 1. – DOI 10.3390/inventions7010001.

10. Справочная информационная система FLR-Library для адаптивного лесовосстановления: информационная модель / А.И. Новиков [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13, № 4(52). – С. 114-124. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2023.4/7. – EDN KDASFL.

11. Новикова, Т. П. Разработка справочной информационной системы для адаптивного восстановления лесных ландшафтов (FLR-Library) грант № 23-26-00102. Российский научный фонд. – EDN UDZAWX.

12. Влияние климатического индекса градусо-дней на виталитет 3-летних сеянцев сосны обыкновенной из сортированных по спектротрическим свойствам семян / В. И. Малышева [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2022. – Т. 12, № 1(45). – С. 110-118. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2022.1/9. – EDN JZWCHJ.

13. К вопросу об управлении этапами лесовосстановления / С.А. Евдокимова [и др.] // Моделирование информационных систем : Материалы Международной научно-практической конференции, Воронеж, 19–20 мая 2021 года. – Воронеж: ВГЛУ, 2021. – С. 165-169. – DOI 10.34220/MIS165-169. – EDN PMVNMY.

14. Двухосные сочлененные лесотранспортные машины в условиях лесосеки: оценка применимости / В. В. Гудков [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2022. – Т. 12, № 4(48). – С. 77-95. – DOI 10.34220/issn.2222-7962/2022.4/6. – EDN GQYDZW.

15. Патент № 2714705 С1 Российская Федерация, МПК А01G 23/00. Способ восстановления леса: № 2019115418 : заявл. 20.05.2019: опубл. 19.02.2020. – EDN GZDLVJ.

16. Беляева, Т. П. Интегрированная среда управления производственными процессами на основе ИПИ-технологий // Моделирование систем и процессов. – 2010. – № 1-2. – С. 18-23. – EDN NXNADH.

В.В. Носников, доц., канд. с.-х. наук;  
М.М. Босовец, маг.;  
О.А. Селищева, ст. преп., канд. с.-х. наук;  
Т.Д. Севрук, маг.;  
С.А. Дашкевич, маг. (БГТУ, г. Минск)

## **ВЛИЯНИЕ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА СВЕТОДИОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ**

Свет является важной составляющей на всех стадиях развития лесного посадочного материала. Наибольшее влияние свет оказывает на стадиях развития растений, которые непосредственно связаны с процессом фотосинтеза. Однако свет, как определенный вид энергии, может оказывать существенное влияние и на начальной стадии развития растения: на момент прорастания семян и образования проростка. Изменение параметров освещения на начальном этапе может стимулировать или ингибировать прорастание семян, менять скорость и направление развития проростка и т.д.

Определение влияния спектральных характеристик светодиодного освещения на прорастание семян и формирование проростков сосны обыкновенной и ели европейской проводилось на фитоустановке LED FARM 600/120.60/4, расположенной в исследовательской лаборатории РНПУП «ЦСиОТ НАН Беларуси». На каждом ярусе было установлено по два светодиодных модуля LED FARM 80.1.X. с теплым и холодным светом. Регулирование мощности ламп холодного и теплого света позволило получить световой поток с соотношением красного к синему от 1,3 до 10,5.

Для оценки влияния монохромного светодиодного освещения красной, синей и дальней красной части спектра использовались соответствующие светильники, а также комбинация светильников LED FARM 40.1.X с монохромными светильниками. Всего было использовано шесть вариантов опыта: комбинация белого и монохромного синего, комбинация белого и монохромного красного, комбинация белого и монохромного дальнего красного, монохромный синий, монохромный красный, монохромный дальний красный. Все варианты опыта настраивались на применение потока фотосинтетической радиации  $200 \mu\text{моль м}^{-2} \text{с}^{-1}$ . Для комбинации ламп соотношение белого и монохромного света составляло 1:1.

Анализ особенностей прорастания семян сосны обыкновенной и ели европейской не выявил особой зависимости этого процесса от со-

отношения R/B. Активное появление всходов сосны обыкновенной началось только на 8–9 день, в то время как для ели европейской этот процесс наступил на день раньше. Для сосны обыкновенной максимальные результаты всхожести на 7 и 10 день имел вариант с соотношением красной части спектра к синей 8,0, однако на 13 день наилучшие показатели имел вариант с максимальным содержанием холодного света. Для ели европейской как на 7, так и на 13 день наибольшая всхожесть наблюдалась у варианта с соотношением красной части спектра к синей 9,5. На 13 день максимальная всхожесть была характерна для варианта с соотношением R/B 5,0.

Наименьшие показатели высоты гипокотыля наблюдались как у сосны обыкновенной, так и у ели европейской у вариантов с соотношением R/B 1,0 и 3,0. Достоверного расхождения между другими вариантами опыта обнаружено не было.

При использовании монохроматических светильников было выявлено существенное влияние определенной части спектра на процессы прорастания и формирования проростка. Для сосны обыкновенной и для ели европейской заметно подавление процесса прорастания семян освещением монохроматическим дальним красным светом. Для сосны обыкновенной возшло 61,7 % от варианта с комбинацией белого и синего света, показавшего максимальный результат. Для ели европейской освещение дальним красным светом привело к всхожести 77,6 % семян по сравнению с вариантом, где использовался белый и синий свет и который показал также максимальный вариант по всхожести. Использование комбинации белого света и дальнего красного снижает скорость прорастания семян в первые 10 дней для сосны обыкновенной, однако потом данный вариант сравнивается с вариантом, где использовалась комбинация белого и красного, а на 14 и 15 день и с вариантом с монохромным синим светом.

Для ели европейской комбинация белого и дальнего красного света не оказала подобного на сосну обыкновенную эффекта. Для ели европейской в первые 12 дней наилучшее действие показало освещение комбинацией белого и красного света, однако с 13 дня схожие результаты стал показывать и вариант, где использовалась комбинация белого и синего света.

Анализ данных по влиянию освещения с различным спектром на сроки наступления фазы раскрытия семядолей у проростков сосны обыкновенной показал, что до 17 дня интенсивнее всего этот процесс идет у варианта, где использовалось монохромное освещение красным светом. Однако начиная с 18 дня и далее интенсивность процесса практически сравнивается за исключением варианта с освещением



дальним красным светом. Для ели европейской период до 17 дня характеризуется интенсивным развитием фазы при использовании красного света. В дальнейшем варианты имеют примерно одинаковое значение.

Максимальной высотой гипокотыля сосны обыкновенной характеризовался вариант с использованием дальнего красного света. Вариант с синим светом был немного ниже, а с красным – еще ниже, однако расхождение между ними не достоверно.

Все варианты с монохромным светом были выше, чем варианты с использованием комбинированного освещения, среди которых максимальной высотой гипокотыля достоверно отличался вариант с использованием белого и дальнего красного света.

При сравнении масс надземных частей наименьшее значение было характерно для вариантов с использованием дальнего красного света, хотя достоверной расхождение наблюдалось только у варианта с монохромным дальним красным светом.

Для масс корневых систем зависимость оказалась схожей с процессом прорастания семян и наступления фаз развертывания семядолей и формирования зачаточной почки верхушечного побега. Наибольшие массы, достоверно отличающиеся от других вариантов, имели варианты с комбинацией белого и синего, а также красного света. Результаты анализа высот гипокотыля проростков ели европейской и масс надземных частей и корневых систем 100 растений показали, что наибольшую высоту имели проростки, освещенные монохромным красным и дальним красным светом, которые достоверно отличались от остальных вариантов.

Варианты с использованием дальнего красного света и комбинации белого и дальнего красного света имели наименьшую массу надземной части. Наибольшей массой отличались проростки тех вариантов, где использовался красный свет, как монохромный, так и в комбинации с белым.

Влияние на массу корневых систем проростков характеризовалось схожими зависимостями, однако наряду с монохромным красным в наибольшей степени увеличил массу и монохромный синий.

Таким образом, использование дальнего красного света как в качестве единственного источника освещения, так и в сочетании с белым приводит к стимулированию роста гипокотыля в высоту, однако это приводит к уменьшению как надземной, так и подземной частей проростков. Применение монохромного красного света оказывает положительное влияние на как на высоту гипокотыля, так и на массу надземной и подземной частей проростка.

В.В. Носников, доц., канд. с.-х. наук;  
А.М. Граник, ассист.; А.В. Юренин, доц., канд. с.-х. наук;  
О.А. Селищева, доц., канд. с.-х. наук; М. Алам соиск.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОГЕЛЯ И РЕГУЛЯТОРА РОСТА «ЭПИН» ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРИЖИВАЕМОСТИ И РОСТА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ, СОЗДАНЫХ ПОСАДОЧНЫМ МАТЕРИАЛОМ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ**

Анализ литературных данных по вопросам создания лесных культур с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой показал, что высокую приживаемость и энергию роста высаженных сеянцев можно достичь только при условии соблюдения всех требований и правил выращивания посадочного материала, его хранения и посадки.

Наиболее критическим фактором, который может оказывать влияние на приживаемость и сохранность сеянцев с ЗКС является состояние корневых систем. Их повреждение связано прежде всего с температурным и влажностным режимом. Погибать корни сеянцев могут вследствие повреждения низкими температурами при хранении на полях доращивания или при хранении в морозильных камерах при помещении в них незакаленного посадочного материала.

При нормальном режиме выращивания со своевременным выносом сеянцев с ЗКС на поля доращивания и закладки на хранение обычно проблем с повреждением корневых систем в морозильных камерах не бывает. Гораздо более частой причиной повреждения корневых систем является их пересыхание в процессе хранения на центрах по выращиванию посадочного материала, при оттаивании и при промежуточном хранении в лесохозяйственных учреждениях. В соответствии с рекомендациями шведских и финских практиков, при отгрузки посадочного материала с ЗКС потребителя влажность кома субстрата должна быть такая, чтобы при сжатии кома рукой с него текла вода. Это соответствует примерно влажности 80–85%.

Для оценки влияния влажности кома на приживаемость посадочного материала с закрытой корневой системой были заложены опытные объекты. В Негорельском учебно-опытном лесхозе при создании лесных культур сосны обыкновенной была произведена сортировка посадочного материала, при которой отбирался подсохший посадочный материал (влажность 70–75%) и посадочный материал с допустимой степенью увлажнения (более 80%). Также на этом объекте с

целью повышения приживаемости растений и нивелирования подсыхания была апробирована технология замачивания кома субстрата в течение 0,5 часа по следующим вариантам: раствор гидрогеля и эпина (0,5 мл/л); раствор гидрогеля; раствор эпина (0,5 мл/л); вода.

Основной задачей данных культур было установление влияния гидрогеля и регулятора роста Эпина, отвечающего за устойчивость к стрессу, на приживаемость и рост лесных культур сосны обыкновенной с закрытой корневой системой на легких по механическому составу почвах.

Первоначально данные участки были обследованы в конце июля по шкале состояния для оценки их сохранности и общего состояния после длительной весенней засухи. Результаты обследования приведены в таблице.

**Таблица 1 – Состояние растений в лесных культурах сосны обыкновенной**

Варианты опыта	Погибшие	Повреждение хвои более 50%	Повреждение хвои менее 50%	Здоровые без текущего прироста	Здоровые с приростом текущего года
Раствор гидрогеля и Эпина	3,8	5,8	12,5	1,9	76,0
Раствор гидрогеля	6,5	0,0	13,0	10,4	70,1
Раствор Эпина	7,0	5,3	14,0	7,0	66,7
Вода	1,4	10,1	33,3	8,7	46,4
С подсохшим комом	5,9	0,0	50,0	2,9	41,2
С влажным комом	2,4	0,0	9,8	2,4	85,4
С подсохшим комом крупные	7,5	6,5	24,7	14,0	47,3
С открытой корневой системой	55,4	3,0	5,9	19,8	15,8

Наибольшее количество здоровых растений с приростом текущего года отмечалось у варианта с обработкой подсохшего кома гидрогелем и Эпином, а также у сеянцев с изначально высокой влажностью кома. Чуть хуже показали сеянцы с обработкой кома гидрогелем, еще чуть хуже с замачиванием в растворе Эпина.

Замачивание подсохшего кома в воде привело к наименьшему отпаду, однако количество здоровых сеянцев с приростом не достигало и 50%, при этом на долю растений с повреждением хвои в той или иной степени приходилось 43,3%. Наихудшие результаты показал вариант с подсохшим комом, который имел наименьшее количество

здоровых растений с приростом и максимальное количество сосны с поврежденной хвоей. Вариант с отобранными крупными сеянцами с подсохшим комом характеризовался максимальным отпадом (7,5%) и максимальным количеством здоровых растений без прироста. Однако количество здоровых растений с приростом несколько превышало варианты с замачиванием в воде.

Для сравнения было проанализировано состояние сеянцев сосны обыкновенной с открытой корневой системой на участке, вплотную примыкающим к опытным посадкам.

Приживаемость на данном участке составила 44,6% и значительно уступала значениям посадочного материала с закрытой корневой системой. Таким образом, использование гидрогеля и Эпина позволяет повысить устойчивость высаженных растений с закрытой корневой системой к неблагоприятному гидрологическому режиму. Однако использование посадочного материала с влажностью кома более 80% позволяет получить схожие результаты.

Увеличение надземной части сеянцев сосны при одновременном снижении влажности кома ведет к большему проценту отпада и повреждения растений.

Результаты обмеров данных объектов в сентябре приведены в таблице 2.

При сравнении данных по количеству погибших и поврежденных на конец июля (таблица 9) и приживаемость лесных культур в сентябре видно, что большинство растений с повреждением хвои более 50% погибло. В целом по вариантам опыта наихудшую приживаемость показали варианты с посадкой крупных сеянцев с подсохшим комом и сеянцев с сухим комом.

Максимальную приживаемость показали растения, замоченные в растворе Эпина. При этом варианты, где использовались при посадке сеянцы с изначально влажным комом, имели показатели лишь немного уступающие сенцам, ком которых предварительно замачивался в воде и обрабатывались гидрогелем и Эпином.

По значению высоты и приросту текущего года максимальное значение характерно растениям, ком которых перед посадкой замачивали в растворе Эпина. У этого же варианта наблюдались наилучшие показатели по соотношению прироста к высоте общей и высоте исходной. Соответственно, можно говорить о позитивном влиянии обработки на размер прироста этого года.

**Таблица 2 – Влияние предпосадочной обработки корневых систем сосны обыкновенной с закрытой корневой системой на показатели роста растений**

Вариант опыта	Приживаемость, %	Высота, см			Прирост по высоте, см		
		средняя±m	min	max	средняя±m	min	max
Раствор гидрогеля и Эпина	92,1	12,3±0,39	5,0	19,0	4,7± 0,17	2,0	8,0
Раствор гидрогеля	91,5	12,2±0,41	5,0	19,0	5,0± 0,22	2,0	13,0
Раствор Эпина	92,6	12,9±0,58	6,0	20,0	5,46±0,29	2,0	10,0
Вода	91,7	10,4±0,38	5,0	17,0	4,0±0,17	1,0	7,0
С подсохшим комом	76,3	12,3±0,80	4,0	21,0	3,38±0,25	1,0	7,0
С влажным комом	89,5	13,3±0,72	6,0	17,0	4,8±0,32	1,0	9,0
С подсохшим комом крупные	74,4	14,6±0,72	6,0	23,0	3,79±0,30	2,0	8,0

В тоже время у растений с подсохшим комом существенно снижался размер прироста относительно исходной высоты, который составлял менее 40%. При этом минимальный размер прироста относительно исходной густоты был характерен именно для крупных сеянцев, которые не имели возможности из-за недостаточного исходного увлажнения сформировать более крупный прирост.

Соответственно, более крупные растения предъявляют более высокие требования к увлажнению корневых систем, поскольку имеют более высокий уровень транспирации.

В.В. Носников, канд. с.-х. наук, доц.;  
(БГТУ, г. Минск)

А.В. Потапова, нач. науч.-исслед. отдела;

А.А. Домасевич, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.;

Е.А. Вишневецкая, мл. науч. сотр.  
(РЛССЦ, г. Минск)

### **РОСТ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ ЕВРОЕЙСКОЙ ПЕРВОГО ГОДА ВЫРАЩИВАНИЯ, СОЗДАНЫХ ПОСАДОЧНЫМ МАТЕРИАЛОМ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ (ЗКС)**

По Витебскому ГПЛХО в 2022 году посадочным материалом с ЗКС создано 1 367,3 га лесных культур. Из этой площади на культуры ели европейской приходится 1 141,7 га, сосны обыкновенной – 206,6 га, ясеня обыкновенного – 19,0 га.

В 2023 году по Витебскому ГПЛХО посадочным материалом с ЗКС создано 1 384,1 га лесных культур, на культуры ели европейской пришлось 1 041,8 га, сосны обыкновенной – 325,9 га, ясеня обыкновенного – 12,0 га, дуба черешчатого – 4,4 га.

Измерение биометрических параметров древесных растений в лесных культурах проводились на участках в ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз», ГЛХУ «Бегомльский лесхоз», ГЛХУ «Полоцкий лесхоз», ГЛХУ «Бешенковичский лесхоз», ГЛХУ «Лепельский лесхоз». В этих лесохозяйственных учреждениях посадочным материалом с ЗКС в 2022 году было создано 339,1 га, в Бегомльском лесхозе было высажено 98,4 га (37,6% от всего объема лесокультурного производства), в Лепельском лесхозе – 96,8 га (41,2%), в Полоцком лесхозе – 87,7 га (41,0%), в Бешенковичском лесхозе – 30,5 га (23,4%), Глубокском опытном лесхозе – 25,7 га (22,1%). В 2023 году площадь созданных лесных культур с ЗКС составила 346,5 га, в Бегомльском лесхозе высадили 107,5 га (45,6% от всего объема лесокультурного производства), в Полоцком лесхозе – 86,4 га (42,0%), в Лепельском лесхозе – 79,3 га (29,8%), Бешенковичском лесхозе – 50,6 га (34,6%), Глубокском опытном лесхозе – 22,7 га (18,3%).

Всего обследовано 11 участков лесных культур (таблица 1). Средняя высота и прирост лесных культур ели европейской, созданных с использованием посадочного материалом с закрытой корневой системой весной 2022 и 2023 года приведены в таблице 2.

**Таблица 1 – Лесные культуры ели европейской, созданные с использованием посадочного материалом с закрытой корневой системой весной 2022 и 2023 года (Витебское ГПЛХО)**

№ участка	Лесничество	Кв./выд.	Год создания	Площадь, га	ТУМ	Схема смешения	Схема посадки, м	Количество посадочных мест по породам, шт/га
ГЛХУ «Бегомльский лесхоз»								
1	Докшицкое	47/2	2022	3,5	Д <sub>2</sub>	8рЕ2рБ	2,7х1,0	Е (СН <sub>1</sub> с ЗКС) – 2 883, Б (СЖ <sub>2</sub> ) – 717
2		48/15	2023	3,7	Д <sub>2</sub>	3рЕ1рС1рБ	2,6х1,1	Е (СН <sub>1</sub> с ЗКС) – 2 505, С (СН <sub>1</sub> ) – 789, Б (СН <sub>1</sub> ) – 842
ГЛХУ «Бешенковичский лесхоз»								
3	Ульское	23/43	2022	0,9	Д <sub>2</sub>	7рЕ3рБ	2,6х0,9	Е (СН <sub>1</sub> с ЗКС) – 2 800, Б (СН <sub>1</sub> ) – 1 480
4		23/42	2023	1,4	С <sub>3</sub>	7Ер3рС	2,5х0,6	Е (СН <sub>2</sub> с ЗКС) – 3 245, С (СН <sub>1</sub> ) – 2 181
ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз»								
5	Голубичское	12/34	2022	1,4	С <sub>3</sub>	3рЕ2рС	2,2х0,9	Е (СН <sub>2</sub> с ЗКС) – 3 900, С (СН <sub>1</sub> ) – 957
6		100/8	2023	3,9	С <sub>3</sub>	8рЕ2рС	2,4х1,0	Е (СН <sub>2</sub> с ЗКС) – 3 300, С (СН <sub>1</sub> ) – 817
ГЛХУ «Лепельский лесхоз»								
7	Заозерское	159/23, 32, 35	2023	5,0	Д <sub>2</sub>	7рЕ3рБ	3,1х0,8	Е (СН <sub>2</sub> с ЗКС) – 2 822, Б (СН <sub>1</sub> ) – 1 210
ГЛХУ «Полоцкий лесхоз»								
8	Юровичское	10/20	2022	7,2	С <sub>2</sub>	3рЕ2рС	3,2х0,7	Е (СН <sub>2</sub> с ЗКС) – 2 669, С (СН <sub>2</sub> ) – 1 856
9		114/10	2023	4,6	В <sub>3</sub>	3рЕ2рС	2,8х0,8	Е (СН <sub>2</sub> с ЗКС) – 2 591, С (СН <sub>1</sub> ) – 1 778
10	Ветринское	97/21, 22	2022	1,1	Д <sub>2</sub>	7рЕ3рКл	2,0х1,2	Е (СН <sub>2</sub> с ЗКС) – 2 700, Кл (СН <sub>2</sub> ) – 1 383
11		98/29	2023	3,3	Д <sub>2</sub>	4рЕ3рЯс	2,8х1,1	Е (СН <sub>2</sub> с ЗКС) – 1 924, Яс (СН <sub>2</sub> ) – 1 359

Стандартный посадочный материал сеянцев ели европейской с ЗКС должен соответствовать требованиям ТУ ВУ 600226892.001-2020 «Материал лесной посадочный хвойных и лиственных пород с закрытой корневой системой» и иметь высоту надземной части не менее 16 см.

Средняя высота посадочного материала ели европейской с закрытой корневой системой используемого для посадки лесных культур в 2022 году в лесхозах Витебское ГПЛХО была 16,1–23,1 см, в 2023 году – 16,1–24,6 см.

**Таблица 2 – Рост лесных культур ели европейской, созданных с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой**

№ участка	Средние биометрические показатели древесных растений ели европейской с закрытой корневой системой			
	высота посадочного материала, см	высота, см	прирост за 2022 год, см	прирост за 2023 год, см
ГЛХУ «Бегомльский лесхоз»				
1	18,4	45,8	10,7	16,7
2	16,1	26,2	–	10,1
ГЛХУ «Бешенковичский лесхоз»				
3	16,1	44,9	12,2	16,6
4	16,1	26,6	–	10,9
ГОЛХУ «Глубокский опытный лесхоз»				
5	16,3	47,8	13,6	17,9
6	24,6	33,9	–	9,3
ГЛХУ «Лепельский лесхоз»				
7	22,5	33,3	–	10,8
ГЛХУ «Полоцкий лесхоз»				
8	23,1	48,5	9,7	15,7
9	17,7	27,0	–	9,3
10	21,0	52,7	9,1	22,6
11	17,2	32,3	–	15,1

Средняя высота однолетних лесных культур ели изменяется от 26,2 см до 33,9 см, двухлетних – от 44,9 см до 52,7 см. Средний прирост за первый год выращивания составил 9,1–15,1 см, за второй год – 15,7–22,6 см.

Самый большой средний прирост за 2022 год составил 13,6 см на участке лесных культур ели европейской 2022 года создания в Голубичском лесничестве Глубокского опытного лесхоза в лесном квартале 12 таксационном выделе 34 в условиях местопроизрастания С<sub>3</sub>.



Самый высокий показатель прироста ели европейской за 2023 год зафиксирован на участке лесных культур 2022 года создания в Ветринском лесничестве Полоцкого лесхоза в лесном квартале 97 таксационном выделе 21, 22 и в условиях местопроизрастания Д<sub>2</sub> в среднем составил 22,6 см (рисунок).



**Рисунок – Лесные культуры ели европейской, созданные посадочным материалом с закрытой корневой системой весной 2022 года в Ветринском лесничестве Полоцкого лесхоза (лесной квартал 97, таксационные выдела 21, 22)**

В целом, по обследованным участкам лесных культур, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой, прослеживается определенная зависимость годового прироста от высоты сеянцев при посадке. Однако, определяющее влияние оказывает качество и состояние корневых систем растений, а также эдафические и климатические факторы.

Следует отметить, что величина прироста второго года значительно превышает показатели прироста первого года. Объяснить данный факт можно тем, что в год посадки сеянцы с закрытой корневой системой при повреждении корневых систем из-за нарушения технологии посадки или хранения адаптируются к новым условиям произрастания на лесокультурной площади, восстанавливая корневую систему.

В.В. Носников, доц., канд. с.-х. наук;  
 А.В. Юрения, доц. канд. с.-х. наук;  
 О.А. Селищева, доц. канд. с.-х. наук;  
 А.М. Граник, ассист.  
 (БГТУ, г. Минск)

## АНАЛИЗ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ

Создание лесных культур на территории Министерства лесного хозяйства в 2022 году было проведено на территории 35,5 тыс. га при посеве и посадке. Перспективным направлением является использование посадочного материала, выращенного с закрытой корневой системой [1, 2]. В таблице 1 представлен объем создания и дополнения лесных культур посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой в 2022 году.

**Таблица 1 – Общий объем создания и дополнения лесных культур  
посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой  
системой в 2022 году**

ГПЛХО	Создано лесных культур		Дополнено лесных культур	
	га	% от посева и посадки леса	га	% от посева и посадки леса
Брестское	636,1	14,8	300,9	4,5
Витебское	1 367,3	39,0	193,3	2,2
Гомельское	1 303,3	9,8	285,9	1,9
Гродненское	574,4	15,0	64,7	1,3
Минское	1 506,8	24,4	615,1	7,0
Могилевское	1 221,4	27,6	608,5	5,1
Итого по РБ	6 609,3	18,6	2 068,4	3,4

Лесные культуры создавались посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой в общем объеме от посева и посадки с разной долей участия. В целом создание лесных культур таким посадочным материалом по Республике Беларусь составило 18,6 %, что имеет существенную долю участия в общем объеме лесовосстановления и лесоразведения, по площади этот показатель составил 6 609,3 га.

При рассмотрении этого показателя по ГПЛХО, объемы создания значительно различаются от 574,4 га в Гродненском ГПЛХО до 1 506,8 га в Минском ГПЛХО.

Основная доля участия создания лесных культур посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой, отмечается в Витебском ГПЛХО и составила 39,0 %, что частично связано с кли-

матическими показателями северной территории республики. В этом регионе общая доля участия посадочного материала, полученного в закрытом грунте, в том числе с закрытой корневой системой, который используется при лесовосстановлении составляет наивысший объем – 46,8 %, а в целом по республике этот показатель составил от 24,4 % в Гродненском ГПЛХО до 41,3 % в Брестском при средней величине по республике 35,4 %.

Также в 2022 году проводилось дополнение лесных культур посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой. Общий объем по республике составил 2 068,4, что составляет 3,4 %. Динамика этого показателя по областям очень значительная: от 64,7 га в Гродненском ГПЛХО до 615,1 га в Минском ГПЛХО. Это связано в основном с показателем создания лесных культур в предыдущие годы культур посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой.

Наиболее информативный показатель использования посадочного материала, выращенного с закрытой корневой системой, при лесокультурном производстве – это доля участия дополнения в лесных культурах. Он характеризует приживаемость и сохранность созданных лесных культур. Так по республике было дополнено 3,4 % лесных культур посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой. В динамике по областям этот показатель составляет от 1,3 % в Гродненском ГПЛХО до 7,0 в Минском ГПЛХО.

Распределение в республике (таблицы 2 и 3) созданных и дополненных лесных культур по древесным породам посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой, в 2022 году имеет следующий вид: основные породы – это сосна обыкновенная с долей участия 50,4 % и ель европейская с долей участия 40,8 %, также дуб черешчатый с долей участия 5,4 %.

**Таблица 2 – Объем создания лесных культур посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой в 2022 году**

ПЛХО	Площадь, га	в том числе по породам							
		С	Е	Лц	Кл	Я	Б	Олч	Д
Брестское	636,1	582,1	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	52,3
Витебское	1 367,3	206,6	1141,7	0,0	0,0	19,0	0,0	0,0	0,0
Гомельское	1 303,3	1027,0	47,6	0,0	0,0	0,0	0,0	15,8	212,9
Гродненское	574,4	245,3	250,6	33,5	4,8	4,0	8,1	12,0	16,1
Минское	1 506,8	715,1	718,8	20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	52,2
Могилевское	1 221,4	554,8	536,7	37,2	0,0	1,0	0,0	67,5	24,2
Всего	6 609,3	3 330,9	2 697,1	91,4	4,8	24,0	8,1	95,3	357,7

**Таблица 3 – Объем дополнения лесных культур по древесным породам посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой в 2022 году**

ПЛХО	Площадь, га	в том числе по породам				
		С	Е	Лц	Олч	Д
Брестское	300,9	264,6	0,0	0,0	0,0	36,3
Витебское	193,3	47,7	145,6	0,0	0,0	0,0
Гомельское	285,9	213,4	0,0	0,0	0,0	72,5
Гродненское	64,7	21,8	8,0	0,0	19,5	15,4
Минское	615,1	401,6	162,7	5,0	0,0	45,8
Могилевское	608,5	340,4	155,8	7,1	83,6	21,6
Всего	2 068,4	1 289,5	472,1	12,1	103,1	191,6

Остальные породы, такие как лиственница, клен, ясень, береза и ольха, имеют общую площадь создания от 4,8 до 95,3 га.

При анализе древесных пород, выращенных с закрытой корневой системой, в 2022 году наибольшую площадь сосны создали в Гомельском ГПЛХО 1 027,0 га, что возможно связано с большой территорией лесокультурного фонда на водно-ледниковых отложениях легкого гранулометрического состава.

Наименьшую площадь сосны создавали в Витебском и Гродненском ГПЛХО, где площади соответственно составили 206,6 га и 245,3 га. В остальных ГПЛХО объемы создания лесных культур сосны составили от 554,8 до 715,1 га.

Наибольшую площадь ели создали в Витебском ГПЛХО 1 141,7 га, что возможно связано с большой территорией лесокультурного фонда на моренных отложениях тяжелого гранулометрического состава, а также широким распространением этой породы в северной части республики. Наименьшую площадь ели создавали в Брестском и Гомельском ГПЛХО, где площади соответственно составили 1,7 га и 47,6 га, что связано с островным распространением ели на территории этих областей только в оптимальных почвенно-грунтовых условиях. В остальных ГПЛХО объемы создания лесных культур ели составили от 250,6 до 718,8 га.

Наибольшую площадь дуба создали в Гомельском ГПЛХО 212,9 га, что возможно связано с широким распространением этой породы в южной части республики. Наименьшую площадь дуба создавали в Гродненском и Могилевском ГПЛХО, где площади соответственно составили 16,1 га и 24,2 га. На территории Витебского ГПЛХО культуры дуба посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой, не создавали, что связано с островным распространением этой породы на территории севера республики и влиянием

поздних весенних заморозков на его сохранность. В остальных ГПЛХО объёмы создания лесных культур дуба составили около 52 га.

Наибольшую площадь лесных культур липы посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой, создавали в 2022 году в Гродненском и Могилевском ГПЛХО, где площади соответственно составили 33,5 га и 37,2 га. Еще применяли эту породу при создании лесных культур в Минском ГПЛХО на площади 20,7 га. В остальных ГПЛХО лесные культуры липы посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой, в 2022 году не создавали.

Наибольшую площадь лесных культур ясеня посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой, создавали в 2022 году в Витебском ГПЛХО, где площади составили 19,0 га. Еще применяли эту породу при создании лесных культур в Гродненском и Могилевском ГПЛХО. В остальных ГПЛХО лесные культуры ясеня посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой, в 2022 году не создавали.

Наибольшую площадь лесных культур ольхи посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой, создавали в 2022 году в Могилевском ГПЛХО, где площади составили 67,5 га. Еще применяли эту породу при создании лесных культур в Гродненском и Гомельском ГПЛХО. В остальных ГПЛХО лесные культуры ольхи посадочным материалом, выращенным с закрытой корневой системой, в 2022 году не создавали.

В целом наибольшее разнообразие создаваемых лесных культур древесными породами, выращенными с закрытой корневой системой, в 2022 году отмечается в Гродненском ГПЛХО.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Постановление №13 от 3 августа 2022 года. Об утверждении и введении в действие технического кодекса установившейся практики «Правила лесовосстановления и лесоразведения» – [Электронный ресурс] – URL: <https://zf.belstu.by/uploads/tkp-pravila-lesovosstanovleniya-i-lesorazvedeniya-postanovlenie-mlh-n-13-ot-03082022.pdf> (дата обращения 05.04.2023).

2. Якимов Н. И., Гвоздев В. К., Праходский А. Н. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учеб. пособие для студентов специальностей «Лесное хозяйство», «Садово-парковое строительство». – Минск: БГТУ, 2007. – 312 с.

А.В. Овсянников, инж. лесн. хоз-ва;  
С.В. Третьяков, проф., д-р с. - х. наук

(САФУ им. М. В. Ломоносова, г. Архангельск, Российская Федерация)

## **ЛЕСОВОДСТВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОТВОДА ЛЕСОСЕК В СЕВЕРО-ТАЕЖНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ С УЧЕТОМ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ**

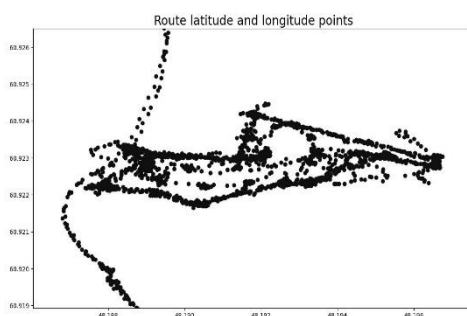
Таежные леса, как и другие лесные насаждения, выполняют основные экологические функции: очистка атмосферы, очистка атмосферных осадков (воды), поглощение углерода, создание разнообразных мест обитания диких животных, поддержание биоразнообразия. Для поддержания устойчивости данных насаждений необходимо ведение ответственного пользования лесными ресурсами.

Основные концепции устойчивого лесопользования: сохранение лесов как таковых, лесовосстановление, управление биоразнообразием, охрана водных ресурсов. Данная концепция подразумевает долгосрочное ведение лесного хозяйства на основе консенсуса между экологическими, экономическими и социальными выгодами при ведении лесохозяйственной деятельности.

Заготовка древесины является одним из главных антропогенных факторов, который приводит к негативным экологическим изменениям в лесных насаждениях. Происходит изменение почвенно-гидрологических условий под воздействием тяжелой лесозаготовительной техники. Сплошная рубка, как вид заготовки, является одним из основных и самым агрессивным способом заготовки древесины в бореальных лесах России. В результате удаления древостоя происходит резкое изменение экологических условий существования растительности: подрост, подлеска и напочвенного покрова.

Нередко происходит смена породного состава насаждений, снижение их санитарного состояния. Решением части данных проблем, является более тщательное обследование мест будущей заготовки при отводе и таксации лесосек для минимизации негативного воздействия на природную среду при планировании применяемой техники, и технологии. Для этого необходимо иметь цифровую модель рельефа, по которой можно установить: направление стока, участки с микропонижениями, потенциальное наличие слабых грунтов для проектирования технологических коридоров, ключевых места обитания редких и коренных видов. Небольшие заболоченные понижения, временные водотоки, каменистые россыпи, карстовые образования, зачастую являются

местами обитания редких видов животных, растений и других организмов [1]. Разница между цифровой моделью рельефа и картой высот при съемке БПЛА позволяет определить высоту древостоя. Для формирования цифровой модели рельефа был получен GPS трек, который представляет собой запись пройденного пути во время работы по отводу и таксации лесосеки. Он состоит из множества точек (сегментов), записанных через определенные интервалы времени. Каждая точка содержит информацию о широте, долготе и высоте, что позволяет записать путь, показывающий траекторию движения по объекту. Используя библиотеку NumPy языка программирования Python, можно преобразовать данные каждого сегмента в строго упорядоченный массив данных, сохранив поля: latitude, longitude, elevation. Далее для визуализации геопространственной информации массив данных переводится в Pandas DataFrame (отфильтровав значения сегментов по координатам интересующей нас деланки). По полученным данным был построен график через библиотеку Matplotlib [2] и получено графическое представление отдельных точек GPS трека, которое приведено на рисунке 1.



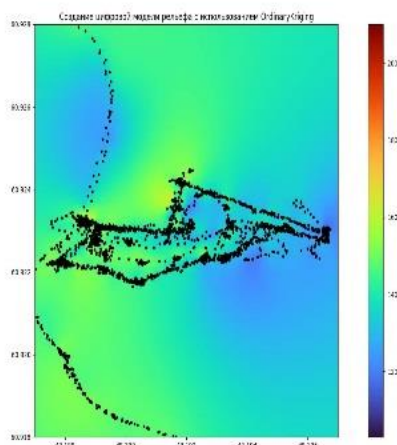
**Рисунок 1 – Пространственное расположение GPS сегментов трека**

Из данной визуализации GPS трека, нам видно только пространственное изображение, но не хватает представлений о значениях высоты над уровнем моря. Добавив значения elevation, для каждого сегмента, в библиотеке Matplotlib был построен точечный график с раскраской индивидуальных значений, но при этом оставалось бы достаточно большое пространство с неизвестными данными о высоте (белые пятна на карте-схеме). Решением данной проблемы является использование метода геостатистики Kriging, что позволит интерполировать данные на основе принципа ближайшего соседа.

Так как, наши данные высот, полученные на близких расстояниях к GPS сегментам имеют сильную корреляцию, а на больших расстояниях они могут иметь быстро убывающую

корреляцию.

Ось X представлена значениями координат в Эвклидовой системе, ось Y представлена значениями высоты над уровнем моря. Используя OrdinaryKriging [3] и Exponential модель вариограммы, можно получить оценки значений в любой точке пространства. Для получения маски отдельных значений в пространстве, методом grid (создание сетки через определенное значение координат) был получен план. Данные, для разбивки осей координат, приняты 0,000005 градуса, что равно 0,55 метра, осуществив метод интерполяции и заполнив интерполируемыми значениями данную сеть, получили цифровую модель рельефа. Полученная модель представляет собой рисунок с цветовой картой map='turbo' и минимальными, максимальными значениями высоты над уровнем моря vmin=103, vmax=210 метров, отображенная на рисунке 2.



**Рисунок 2 – Карта цифровой модели местности, полученная геостатистическим методом OrdinaryKriging**

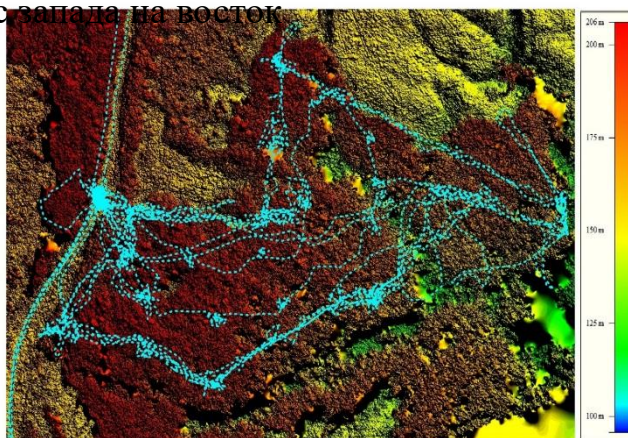
Данный график является интерактивной картой с возможностью отображения данных в любой точке объекта.

Достоверность данных, проанализировано, сопоставив полученную цифровую модель рельефа с данными карты высот полученных при съемке данной делянки БПЛА DJI Mavic 2 pro с высоты 100 метров. Плотность распознавания точек высот DJI Mavic 2 pro получает с помощью датчика высоты, которая составляет 40000 точек на снимок или приблизительно 2 точки высоты на 1 метр квадратный. Карта высот, полученная при съемке делянки, представлена на рисунке 3.

Цветовые схемы и показатели высот соответствуют друг другу в местах, где отсутствует основной полог, что свидетельствует о достоверности полученной цифровой модели рельефа. В правой части делянки отображенной на рисунке 2 мы можем наблюдать



значительное понижение, обусловленное направлением стока на юго-восток по направлению к ручью, а также на северной части вдоль молодняка с запада на восток



**Рисунок 3 – Карта высот, полученная при съемке БПЛА DJI Mavic 2 pro и обработанная в Agisoft Metashape с нанесенным треком движения по делянке**

Имея данную информацию, можно проектировать технологическую сеть в технологической карте лесосеки с учетом рельефа местности, выделить при необходимости, не эксплуатационную часть лесосеки.

Таким образом, приведенные работы по формированию цифровой модели рельефа при помощи БПЛА или используя данные GPS приемников, которые дают относительно достоверную информацию для учета экологических факторов использования лесов позволяют избежать удорожания работ, связанных с проведением таких съемок как лидарная или аэрофотосъемка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Е.А. Рай, Е.Ю. Чуракова, И.Б. Амосова, Н.В. Бурова, Т.А. Парина, Л.В. Пучина, О.В. Сидорова, А.М. Рыков, С.Ю. Рыкова, П.Н. Амосов, С.И. Слестников, С.И. Бабушкин, А.В. Кузнецов – Руководство по сохранению биоразнообразия при заготовке древесины в Архангельской области. – Theory of Kriging 2018. – 208 с.

2. Matplotlib: Visualization with Python. [Электронный ресурс] <https://matplotlib.org/> (дата обращения 10.01.2024).

3. D G Rossiter – Nanjing Normal University, Geographic Sciences Department – Theory of Kriging –51 p.

**АНАЛИЗ ПРИЖИВАЕМОСТИ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР ЕЛИ  
ЕВРОПЕЙСКОЙ, СОЗДАНЫХ САЖЕНЦАМИ И СЕЯНЦАМИ  
С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ  
В БОРИСОВСКОМ ОПЫТНОМ ЛЕСХОЗЕ**

Государственное опытное лесохозяйственное учреждение «Борисовский опытный лесхоз» Минского производственного лесохозяйственного объединения Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь расположено в северо-восточной части Минской области на территории Борисовского административного района.

В составе создаваемых лесных культур преобладают сосна обыкновенная и ель европейская, иногда создаются лесные культуры с березой повислой, дубом черешчатым, ясенем обыкновенным, ольхой черной и т.д. В среднем по лесхозу саженцами ели европейской с открытой корневой системой создается около 40% лесных культур, а сеянцами ели европейской с закрытой корневой системой (ЗКС) 16–18% лесных культур. За 2023 год было создано 185,4 га саженцами ели европейской и 36,6 га сеянцами ели европейской с закрытой корневой системой, что составляет 41,1% и 8,1% соответственно от общего объема созданных лесных культур.

В Борисовском опытном лесхозе преобладает ручной способ создания лесных культур под меч Колесова для посадочного материала с открытой корневой системой, или с использованием посадочной трубы «Pottiputki». При создании лесных культур ели европейской обычно применяется схема смешения 6-7 рядов главной породы и 3-4 ряда второстепенной породы. Саженцы, используемые при создании лесных культур, выращиваются в школьном отделении постоянного лесного питомника Борисовского опытного лесхоза. Посадочный материал с закрытой корневой системой так же выращивается в постоянном лесном питомнике после высева семян в кассеты в «Республиканском лесном селекционно-семеноводческом центре».

За последние 5 лет приживаемость лесных культур созданных саженцами ели европейской с открытой корневой системой составляет: 2019 год – 87,1%, 2020 год – 84,2%, 2021 год – 76,9%, 2022 год – 82,3%, 2023 год – 75,8%. Приживаемость лесных культур созданных сеянцами ели европейской с закрытой корневой системой составляет: 2019 год – 73,7%, 2020 год – 77,5%, 2021 год – 68,3%, 2022 год – 71,2%, 2023 год – 80,6%. Так же следует отметить, что до 2023 года

лесные культуры ели европейской создавались посадочным материалом с закрытой корневой системой ранней весной, а посадочным материалом с открытой корневой системой на протяжении всего весеннего лесокультурного сезона (апрель-май).

Приживаемость лесных культур первого и третьего года выращивания в зависимости от типа посадочного материала (таблица 1).

**Таблица 1 – Приживаемость в зависимости от типа посадочного материала**

Вид используемого посадочного материала	Год создания лесных культур	
	2021	2023
Саженцы	76,9 %	75,8 %
Сеянцы с закрытой корневой системой	68,3 %	80,6 %

Приживаемость лесных культур первого и третьего года выращивания в зависимости от типа посадочного материала и типов условий местопроизрастания (таблица 2).

**Таблица 2 – Приживаемость в зависимости от типа посадочного материала и типов условий местопроизрастания**

Вид используемого посадочного материала	Тип условий местопроизрастания						
	A <sub>3</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>
Саженцы	80,3%	74,1%	97,6%	69,5%	79,4%	67,3%	76,1%
Сеянцы с закрытой корневой системой	–	–	–	72,4%	77,7%	66,4%	–

Из данных таблицы 2 видно, что чем более богатые и влажные почвенно-грунтовые условия, тем выше приживаемость лесных культур не зависимо от типа посадочного материала. Анализируя данные по приживаемости лесных культур, можно сделать вывод, что в 2019-2022 году приживаемость у саженцев с открытой корневой системой выше, чем у сеянцев с закрытой корневой системой из-за того, что на тот момент существовали проблемы с качеством посадочного материала сЗКС, вызванные не сбалансированным составом субстратов. В последующем с улучшением технологии выращивания и качества посадочного материала приживаемость выросла. Основной же причиной гибели сеянцев ели с ЗКС была плохая заделка корневых систем.

Анализ погибших саженцев ели в лесных культурах показал, что присутствуют проблемы с состоянием и развитие корневых систем.

Проблемы возникают в связи со слабым развитием корневых систем, что вызвано как повышенной конкуренцией в школьном отделе при густой посадке, так и травмированием их при выкопке и транспортировке на лесокультурную площадь

Второго рода проблема сказывается с горизонтальным развитием боковых корней и корней, направленных вниз. При значительном развитии они вызывают затруднения при посадке и в большинстве случаев погибают вверх, тем самым выбывая из процесса обеспечения растений водой и элементами питания.

Все это делает актуальным вопрос об формировании компактной развитой корневой системы, что достигается ее обрезкой, в том числе при выкопке.

УДК 630\*179.312:630\*228

Д.С. Плотникова, аспирант,  
С.И. Марченко, доц., канд. с.-х. наук  
(БГИТУ, г. Брянск, Российская Федерация)

### **ОСОБЕННОСТИ ДОЛЕВОГО УЧАСТИЯ ЯСЕНЯ В СОСТАВЕ НАСАЖДЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В БРЯНСКИХ ЛЕСАХ**

Ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.) является ценной древесной породой Брянских лесов. Произрастает преимущественно в широколиственных лесах, часто вместе с дубом, вязом, кленом и другими лиственными породами, встречается и в хвойно-широколиственных лесах.

Чистых насаждений не образует, встречается в виде примеси, совместно с другими сопутствующими породами. Как отмечают Н.Е. Булыгин и В.Т. Ярмишко, в исключительно богатых лесорастительных условиях ясень способен формировать чистые древостои [1]. Но, по оценкам многих исследователей, эти древостои неустойчивы, низкополнотны и, соответственно, малопродуктивны.

Усиленная эксплуатация лесных ресурсов приводит к снижению биологического разнообразия как в самих лесных экосистемах в целом, так и древесных пород в частности.

Взаимовлияние ясеня и других пород при совместном произрастании, по мнению ряда авторов, неоднозначно. Например, есть мнение о неблагоприятном влиянии ясеня на дуб. В.А. Губарева утверждает, что чем больше в составе ясеня, тем меньше высота дуба [2]. М.В. Колесниченко, изучая биохимические влияния в ризосфере, также приходит к выводу об отрицательном влиянии ясеня на дуб [3]. В Брянских лесах изучением взаимоотношения ясеня и дуба занимался М.Н. Неруш, утверждавший, что дуб является более устойчивой породой, особенно в средневозрастных древостоях [5]. А. Трибе считает ольху

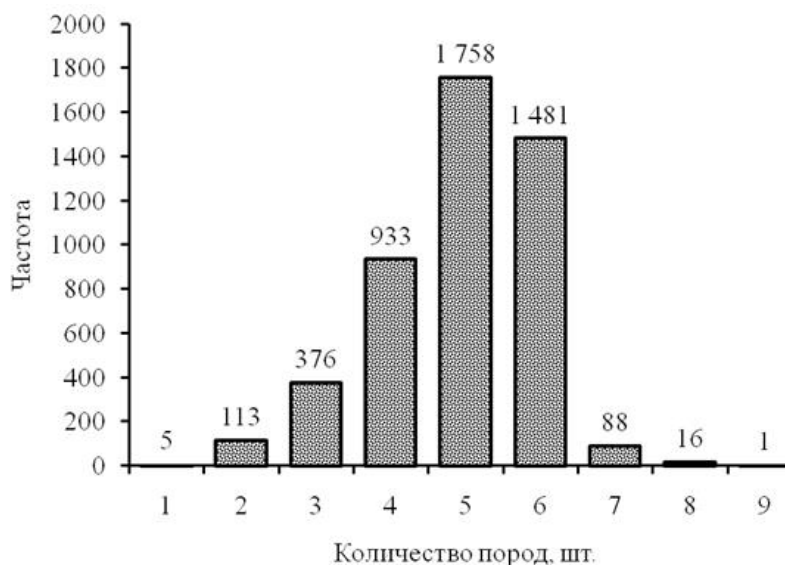
хорошим спутником для такой требовательной к почве породы, как ясень [6].

Д.И. Нартов отмечает, что в молодом возрасте ясень растет интенсивнее ели и обгоняет ее. Ель, благодаря своей теневыносливости, способна расти в некотором затенении, но для вывода ее в первый ярус превышение высоты ясеня не должно быть меньше расстояния между породами.

Отмечается благоприятное влияние ели на формирование ясенем компактной кроны, так как нежные ветки ясеня не входят в ее крону. В почве ясень развивает более разветвленную корневую систему с огромным количеством сосущих корней. Обе корневые системы имеют ярко выраженный поверхностный характер, попеременно вытесняя друг друга в более глубокие горизонты [4].

Для анализа различий долевого участия различных древесных пород с ясенем обыкновенным в составе использовалась информация из более чем 4,5 тыс. выделов восемнадцати лесохозяйственных предприятий Брянской области.

Преобладающее количество выделов - 4250 или (89,1%) представлено насаждениями естественного происхождения; 521 выдел (10,9%) - насаждениями искусственного происхождения. Биоразнообразие основного полога насаждений оценивалось количеством древесных пород, входящих в их состав. В отдельных случаях в составах насаждений отмечалось наличие до 9 различных древесных пород (рисунок).



**Рисунок – Частотное распределение количества древесных пород в насаждениях с различным долевым участием ясеня в составе**

Наиболее часто (более 67% выделов) в составах насаждений отмечается от 5 до 6 древесных пород. Известно, что устойчивость

насаждений зависит от биоразнообразия слагающих фитоценоз видов. Чем их больше, тем растительное сообщество устойчивее к возможным негативным воздействиям. При создании искусственных насаждений, как правило, используют незначительный ассортимент древесных пород, наиболее соответствующих фактическим лесорастительным условиям. В дальнейшем, насаждения формируются за счёт культур и естественного возобновления, вносящего существенный вклад в увеличение биоразнообразия.

Анализировалась существенность различий (с использованием критерия Стьюдента) среднего долевого участия различных древесных пород в насаждениях естественного и искусственного происхождения с различным долевым участием ясеня обыкновенного в их составе. В ранжированном ряду, в порядке уменьшения величины коэффициентов существенности различий, древесные породы расположились в следующем порядке: ольха черная, осина, ель, липа, сосна, клён, ива, ясень, береза, дуб, вяз.

Наибольшее различие в доле участия наблюдается у ольхи черной. В насаждениях естественного происхождения ее  $20,79 \pm 0,44\%$ ; в искусственных –  $5,97 \pm 0,18\%$ . Коэффициент существенности различий  $t_{st}=36,83$ , что значительно больше критического значения, равного  $3,29$  при  $p=0,001$ . Осины в насаждениях естественного происхождения также значительно больше –  $19,33 \pm 0,32\%$ , по сравнению с рукотворными лесами –  $8,55 \pm 0,49\%$ . Коэффициент существенности различий  $t_{st}=18,58$ , больше критического значения при  $p=0,001$ . Средняя доля ели в естественных насаждениях  $3,86 \pm 0,13\%$ , в то время как в культурах –  $21,99 \pm 1,12\%$ . Коэффициент существенности различий  $t_{st}=16,08$ , больше критического значения при  $p=0,001$ . В насаждениях естественного происхождения средняя доля липы  $7,75 \pm 0,19\%$ ; в культурах –  $3,21 \pm 0,26\%$ . Коэффициент существенности различий  $t_{st}=14,23$  больше критического значения при  $p=0,001$ .

В насаждениях естественного происхождения с участием ясеня, средняя доля сосны  $0,78 \pm 0,08\%$ , в то время как в культурах –  $16,83 \pm 1,21\%$ . Коэффициент существенности различий  $t_{st}=13,26$ , больше критического значения при  $p=0,001$ . Средняя доля клена в насаждениях естественного происхождения  $6,21 \pm 0,15\%$ , в культурах –  $4,08 \pm 0,27\%$ . Коэффициент существенности различий  $t_{st}=6,84$ , больше критического значения при  $p=0,001$ . Средняя доля ивы в насаждениях естественного происхождения  $0,40 \pm 0,05\%$ , в лесных культурах –  $1,17 \pm 0,23\%$ . Коэффициент существенности различий  $t_{st}=3,32$  больше критического значения при  $p=0,001$ . Средняя доля ясеня в насаждениях естественного происхождения  $13,01 \pm 0,18\%$ ; в культурах –

15,09±0,66%. Коэффициент существенности различий  $t_{st}=3,02$  больше критического значения при  $p=0,01$ , равного 2,58. Средняя доля березы в насаждениях естественного происхождения 18,86±0,30%, в культурах - 16,80±0,64%. Коэффициент существенности различий  $t_{st}=2,92$ , больше критического значения при  $p=0,01$ .

Существенных различий среднего долевого участия дуба и вяза в насаждениях естественного и искусственного происхождения выявить не удалось: коэффициенты существенности различий ( $t_{st}=0,26$  и 0,09 соответственно) оказались меньше критического значения, равного 1,96 при  $p=0,05$ .

Таким образом, удалось установить, что в насаждениях естественного и искусственного происхождения с участием ясеня в составе наблюдаются различия среднего долевого участия различных (основанных и сопутствующих) древесных пород.

Известно, что ольха чёрная приурочена к сырым и мокрым местообитаниям, где ясень может произрастать лишь на более возвышенных элементах рельефа. В таких условиях, как правило, культуры не создаются. Этим можно объяснить низкое доленое участие ольхи чёрной в искусственных насаждениях.

Средняя доля осины в насаждениях естественного происхождения более чем в 2 раза выше, чем в культурах. Это может быть связано с проведением рубок у хода, выполняемых в процессе формирования искусственных насаждений. Значительно более высокое среднее доленое участие ели в составе лесных культур (более чем в 5 раз) по сравнению с естественными насаждениями можно объяснить тем, что ель довольно часто используется в качестве основного посадочного материала.

Средняя доля липы в насаждениях естественного происхождения оказалась в 2 раза больше, чем в культурах. Значительно более высокое среднее доленое участие сосны в насаждениях искусственного происхождения можно объяснить тем, что сосна является основным посадочным материалом при создании лесных культур в суборях, которые также являются благоприятными и для произрастания ясеня.

При анализе среднего долевого участия клена, ивы, березы, несмотря на то, что выявлены существенные различия в естественных и искусственных насаждениях, их абсолютные значения различаются менее чем на 2%. По среднему доленому участию дуба и вяза различий не выявлено.

Характерно, что в естественных и искусственных насаждениях с различным долевым участием ясеня в составе на Брянщине отмечает-

ся наличие до 9 древесных пород, причем наиболее часто встречается от 5 до 6 древесных пород.

Изучение условий, при которых в насаждениях наблюдается более высокое доленое участие ясеня, представляется перспективным. Это, по нашему мнению, поможет сгладить негативный эффект от сокращения долевого участия ясеня в результате поражения узкотелой изумрудной златкой и позволит вернуть достойное место этой ценной древесной породе в Брянских лесах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Булыгин Н.Е. Дендрология: Учебник для вузов / Н.Е. Булыгин, В.Т. Ярмишко. – М.: МГУЛ, 2003. – 528 с.

2. Губарева В.А. Качественный состав выделяемых древесиной дубильных веществ и их влияние на древесные породы / В.А. Губарева // Взаимоотношения компонентов биогеоценоза в лиственных молодняках. – М., 1971.–0 С. 108-129.

3. Колесниченко М.В. Биохимическое влияние древесных растений / М.В. Колесниченко. – М.: Лесная пром-сть, 1976. – 184 с.

4. Нартов Д.И. Обоснование формирования елово-широколиственных насаждений крапивной серии типов леса в Брянском лесном массиве: автореф. дис. ... канд. с.-х. н.: 06.03.03 / Брян. гос. инженер.-технол. акад. – Брянск, 1999. - 20 с.

5. Неруш М.Н. Взаимоотношение дуба и ясеня в смешанных насаждениях / М.Н. Неруш // Вклад ученых и специалистов в национальную экономику. – Брянск, 1997. – Т-1.– С. 78-80.

6. Трибе А. Некоторые аспекты формирования смешанных ясе-нево-мягколиственных насаждений / А. Трибе // Лесоводственно-биологические вопросы формирования высокопроизводительных насаждений: Сб. научн. тр.- Вильнюс, 1988. – Т.28.– С. 104-109.

УДК 630\*1

Д.А. Подошвелев, доц., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

#### **ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЭКОТОНА**

Современное представление о экотоне говорят о том, что он характеризуется не просто чертами, присущими соседствующим биоценозам, но и обладает свойственными только ему особенностями. То есть в экотоне формируется специфические, характерные только для него, экологические условия [1].



Следует отметить, что особенности среды экотона способствуют формированию специфических сообществ, которые сочетают в себе как виды из граничащих биоценозов, так и виды, характерные именно для экотона. При этом возможно увеличение как биологического разнообразия, так и плотности особей отдельных видов. Данное явление называется «краевым эффектом» [1]. «Краевым эффектом» – это увеличение разнообразия и плотности заселения различных видов на границах различных сообществ [2].

С целью изучения видового состава подпологовой растительности на разных расстояниях (2, 4, 6, 10 и 20 м) от границы в глубь лесных фитоценозов были заложены круговые площадки (10 м<sup>2</sup>) и раункиеры (1 м<sup>2</sup>). При этом следует отметить, что в первую очередь изучался видовой состав лесного сообщества, а растительность луговых и лесных фитоценозов изучался как контрольный объект [3].

На учетных площадках для живого напочвенного покрова определялись видовой состав и проективное покрытие растений, для кустарников – видовой состав, густота и средняя высота.

Объектами исследований явились лесные насаждения, находящиеся на территории Негорельского учебно-опытного лесхоза. Объекты находились на территории кв. 55 выд. 3 (пробная площадь №1, сосняк мшистый), кв. 55, выд. 22 (пробная площадь №2, сосняк орляковый), кв. 102, выд. 19 (пробная площадь №3, ельник орляковый), кв. 49 выд. 23 (пробная площадь №4, ельник кисличный) Центрального Негорельского учебно-опытного лесхоза.

Заложенные пробные площади находились в лесных насаждениях, которые граничат с луговыми фитоценозами. Для исследований подбирались хвойные насаждения в возрасте от 60 до 75 лет.

Пробные площади №1, №2 и №3 граничат с луговыми фитоценозами, которые образовались в результате вырубki леса с регулярным выкашиванием луговых трав. Пробная площадь № 4 граничит с лугом, образовавшимся в результате осушения болота.

Видовой состав лугового фитоценоза, граничащего с пробными площадями №1, №2 и №3: тимopheевка луговая, ежа сборная, лисохвост луговой, гребенник обыкновенный, костер полевой, мятлик луговой, мятлик однолетний, овсяница овечья, овсяница луговая, ячмень заячий, колосок душистый обыкновенный, пырей ползучий, клевер луговой, лютики едкий и ползучий, василек луговой, незабудка дернистая, осока заячья, одуванчик лекарственный, лапчатки гусиная и серебристая, донник лекарственный, золотарник канадский, василек луговой, козлородник луговой, зверобой продырявленный, полынь

обыкновенная, лебеда обыкновенная, чертополох мелкоголовчатый. Итого 29 видов.

Видовой состав луга, граничащего с пробной площадью №4: тимофеевка луговая, ежа сборная, лисохвост луговой, гребенник обыкновенный, костер полевой, мятлик луговой, мятлик однолетний, овсяница луговая, ячмень заячий, колосок душистый обыкновенный, пырей ползучий, клевер луговой, лютик едкий, лютик ползучий, василек луговой, незабудка дернистая, осока заячья, осока волосистая, одуванчик лекарственный, лапчатка гусиная, таволга вязолистная, золотарник канадский, василек луговой, полынь обыкновенная, ситник развесистый, лебеда обыкновенная, валериана лекарственная, дудник лекарственный, сныть обыкновенная, тысячелистник обыкновенный, чертополох мелкоголовчатый. Итого 30 видов.

При изучении луговых и лесных фитоценозов определялось общее количество видов, которые встречаются как только в одном из растительных сообществ, так и виды зарегистрированные в экотоне.

Общее количество видов на наших пробных площадях не превышают данный показатель луговых сообществ, где зарегистрировано максимальное количество видов живого напочвенного покрова.

Количество общих видов для луговых и лесных растительных сообществ снижается по мере отдаления от границы леса. Особенно значительно данный показатель снижается в еловых насаждениях, где отмечается большее снижение освещенности по сравнению с сосняками. Луговые виды в сосняках встречаются в большом количестве на расстоянии 6 м и менее от границы леса, а в ельниках – 4 м и менее. При этом если в сосняках по видовому составу общие виды составляют 43–46%, то в ельниках данный показатель значительно ниже и составляет 27–31%.

Луговые виды доминируют по проективному покрытию над лесными как в сосняках, так и в ельниках на расстоянии 6 и менее от границы леса, что согласуется с результатами измерения освещенности, проведенного на предыдущем этапе исследований. Так освещенность под пологом леса значительно снижается уже на расстоянии 4 м от границы леса. Проективное покрытие видов, встречающихся в луговых и лесных фитоценозах, на расстоянии 10 м от границы леса в сосняках снижается в 5,8–6,8 раз, а в ельниках – в 8,4–9,4 раза.

При этом следует отметить, что распространению луговой растительности вглубь леса препятствует подрост и подлесок, представленный как видами встречающимися в лесных растительных сообществах, так и виды встречающиеся только на «опушке» – ирга круглолистная, яблоня лесная.

Согласно полученным результатам, по мере приближения к границе лесного растительного сообщества сомкнутость подлесочных пород растёт, что связано с увеличением их густоты. Так сомкнутость подлеска увеличивается на границе луговых и лесных фитоценозов в 10–14 раз по сравнению с лесными сообществами.

При этом количество подроста сокращается, что вероятно связано с затруднением естественного возобновления деревьев первой величины по причине увеличения проективного покрытия представителей семейства злаки и других видов, характерных для луговой растительности.

В целом следует отметить, что растительность экотона во многом зависима от расстояния до границы биоценозов и породного состава деревьев первой величины.

Тем не менее можно отметить, что наиболее значительные изменения показателей отмечается уже на расстоянии 4 м от границы биоценозов вглубь леса. Кроме этого, на границе сосновых насаждений возможно увеличение и кустарниковых видов, которые на опушки успешно произрастают и обильно плодоносят.

В частности, на краю леса в выделе, где была заложена пробная площадь №2 отмечается наличие ирги круглолистной и яблоня лесная, которые не встречается в глубине леса. Это позволит наглядно продемонстрировать «краевой эффект» на границе луг–лес.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федорук А.Т. Экология: учебное пособие. – Мн. Высшая школа, 2013. –462 с.
2. Одум Ю. Основы экологии = Fundamentals of Ecology (with Howard Odum) / Пер. с 3-го англ. издания; Под ред. и с предисл. д-ра биол. наук Н. П. Наумова. – М.: Мир, 1975. – 744 с.
3. Пережегина Ю.П. Экологическая индикация краевого эффекта в растительных сообществах // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2015. – Т. 13. – С. 2096–2100.

## **ОЦЕНКА МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР НА ТЕРРИТОРИИ НЕГОРЕЛЬСКОГО УЧЕБНО-ОПЫТНОГО ЛЕСХОЗА**

В зависимости от плотности диких копытных животных, емкости охотничьих угодий и видового состава лесных культур в условиях Беларуси дикие животные способны повреждать несомкнувшиеся лесные культуры и молодняки всех лесообразующих пород с момента посадки и до 15-летнего возраста. Однако нельзя рассматривать данную проблему только со стороны отношения между дикими животными и растительностью ареала обитания [1].

В соответствии с рекомендациями по защите несомкнувшихся лесных культур и молодняков от повреждения дикими копытными животными, мероприятия по защите несомкнувшихся лесных культур и молодняков от повреждения дикими копытными животными включают:

- поддержание оптимальной численности диких копытных животных и проведение биотехнических мероприятий;
- обработку несомкнувшихся лесных культур и молодняков средствами защиты растений;
- огораживание несомкнувшихся лесных культур и молодняков;
- защиту несомкнувшихся лесных культур с использованием технических средств защиты растений [2].

Методами защиты в Негорельском учебно-опытном лесхозе (далее НУОЛХ) являются: поддержание оптимальной численности диких животных сем. оленьих, обработка лесных культур средствами защиты растений и огораживание.

Оптимальная численность диких копытных животных, в охотничьем хозяйстве НУОЛХ определена биолого-экономическим обоснованием охотничьих угодий, разработанного в соответствии с техническим кодексом установившейся практики «Технические требования к процессу разработки охотоустроительной документации» 625-2018 (33090).

Фактическая численность косули европейской и оленя благородного превышает оптимальную численность, а фактическая численность лося находится в пределах оптимальной. Численность копытных животных не является ограничивающим фактором при проведении леса восстановительных работ [3].

Для снижения ущерба лесных культур пользователь охотничьих угодий снижает численность животных сем. оленьих к оптимальной, а также проводит подкормку для отвлечения диких копытных животных от лесных культур.

Для оценки эффективности методов защиты нами были подобраны участки лесных культур, обработанные средствами защиты растений, а также огороженный участок лесных культур. Для контроля были выбраны незащищенные лесные культуры сосны, которые находились недалеко от защищённых, с похожим составом.

В НУОЛХ-е для защиты лесных культур применяется биотехническое средство ВД-АК-101 ПРОТЕСТ (Литвянское л-во) и «Цервакол Экстра» (Негорельское л-во)

На не огороженных участках лесные культуры находились в удовлетворительном состоянии, поврежденных растений 65%. Средняя степень повреждения сосны в обработанных культурах составила 20,5%, в не обработанных культурах – 33,5%. Вариация степени повреждения в обработанных культурах составила от 11,7% до 25,7%, доля поврежденных лесных культур обработанные «Цервакол Экстра» составила 11,7 %, а проектом 22,6 и 25,7%. в не обработанных культурах 36,1% от 86,0%.

Основными видами повреждений лесных культур являлись это обгрызание боковых побегов и точки роста, а также повреждение коры ствола деревьев.

Для огораживания лесных культур использовался круглый лесоматериал. Ограждения состояла из четырех жердей на пролет, длиной около 2 метров. Расстояние между жердями около 40 см. Высота столбов в среднем составляет около 240 см, расстояние между столбами 2 м. Высота ограждения около 220 см.

Повреждений культур от травоядных, на участке не выявлено. На момент полевых исследований, следы диких животных семейства оленьих не обнаружены.

При обследовании состояния ограждения, повреждений пролетов и столбов не было выявлено. Специальный вход, на лесные культуры, не был сделан.

Огораживание лесных культур обеспечивает надёжную защиту молодняков сосны и других пород. Эффективность использования химических средств защиты растений зависит от соблюдения технологий использования, своевременного нанесения, в год посадки лесных культур и проведения повторных обработок, желательно производить через год.

При однократном нанесении или нанесении на уже поврежденные лесные культуры эффективность репеллента снижается.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаревич, В. М. Повреждение лесных культур дикими копытными / В. М. Бондаревич // Лесное хозяйство : тезисы докладов 80-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1-12 февраля 2016 г. / Белорусский государственный технологический университет ; [гл. ред. И. М. Жарский]. – Минск : БГТУ, 2016. - С. 105.

2. Рекомендации по защите несомкнувшихся лесных культур и молодняков от повреждения дикими копытными животными / УП «Беллесозащита». – М., 2023. – 17 с.

3. Хвасько, А. В. Состояние лесных культур в условиях высокой численности диких копытных животных в Верхнедвинском лесхозе / А. В. Хвасько [и др.] // Лесное хозяйство : материалы 85-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1-13 февраля 2021 г. – Минск : БГТУ, 2021. – С. 150-151.

УДК 528.88; 235.41

А.Р. Понтус, вед. науч. сотр., канд. биол. наук;  
М.Л. Романова, вед. науч. сотр., канд. биол. наук;  
(ИЭБ НАН Беларуси, г. Минск)

### **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА С ЦЕЛЬЮ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДЕТЕКЦИИ ПОЛУЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ СЪЕМКИ**

Для эффективного ведения лесного хозяйства необходимо оперативно получать текущую информацию о состоянии лесных массивов, подвергающихся воздействию стихийных и антропогенных факторов (лесные пожары, поражения вредителями, ветровалы, буреломы, вырубки) и постоянному контролю за лесопользованием. Помимо этого, требуется систематически осуществлять таксирование лесов. Как-правило, эти работы проводятся планомерно с применением штатных средств, в том числе малой авиации и космического мониторинга.

Для эффективного лесопатологического мониторинга текущего состояния лесов возможно сочетание методов сегментации изображений, полученных БЛА в режиме текущего времени, с сочетанием методов глубокого обучения. В частности, нами показана эффективность использования пяти современных архитектур нейронных сетей на основе U-Net, чтобы решать задачи скорости сегментации степени раннего ослабления хвойных насаждений на ортофотоплане.

Обучение, а также оценка эффективности нейросетевых моделей проводилась нами на основе данных, полученных лесопатологической службой ГЛХУ «Минский лесхоз», а также данных, полученных с помощью БАС «Гексакоптер-1» на территории Минского лесхоза за 2021–2023 годы. Съёмка осуществлялась на мультиспектральную камеру МСПК-40 и гиперспектральную камеру ГПСК-140.

В результате нами было получено более 12 тысяч изображений на территорию лесхоза, общая площадь которых составляет около 640 га. На каждом тестовом участке было расположено по четыре-шесть калибровочных площадок с известным патогеном и текущим уровнем эколого-функционального состояния хвойных насаждений. Снимки этих участков использовались для обучения моделей нейронных сетей (U-Net, Attention U-Net, R2-UNet, Attention R2-Unet и U-Net3+). Также в наших исследованиях были проведены эксперименты по оценке влияния выбора комбинации каналов снимков (RGB, RedEdge, NearIR и NDVI) на точность рассматриваемых методов сегментации мультиспектральных изображений.

Традиционные снимки, получаемые, например, RGB или NIR-сенсорами, доказали свою полезность во многих областях сельского и лесного хозяйства. Тем не менее, говоря о ранней диагностике эколого-функционального состояния растительности (как лесной, так и сельскохозяйственной) таким снимкам не хватает спектрального диапазона (особенно в средней- и дальней части электромагнитного спектра) и их точного геопозиционирования для корректной классификации и диагностики идентифицируемых объектов растительного мира, которую могут обеспечить только гиперспектральные сенсоры. Этот вид сенсоров высокого разрешения вначале использовался на спутниках, а затем на пилотируемых самолетах, которые оказались достаточно дорогими в эксплуатации и обслуживании.

В последнее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) стали очень популярным и экономически эффективным средством для дистанционного зондирования и мониторинга растительного покрова, так как они способны нести малогабаритные и легкие по весу сенсоры.

Для расчета и дальнейшей визуальной оценки информативности вегетационных индексов в целях дифференциации породного состава лесной растительности, были рассчитаны спектральные индексные показатели (DVI, Simple Ratio, TSR, NDVI, TNDVI, ARVI, EVI), различающихся по сложности вычисления. В ходе визуального анализа результирующих изображений расчета индексов, установлено, что наилучшими индексными показателями при дифференциации растительности по породному составу на уровне отдельных выделов по данным Sentinel-2 является расширенный индекс озелененности EVI.

Классификация изображений является важной частью дистанционного зондирования, анализа изображений и распознавания образов. Из возможных вариантов контролируемой классификации был выбран метод расстояний Махаланобиса. На основе данных выполненной классификации была составлена и оформлена карта-схема породного состава лесной растительности на территории ГЛХУ «Минский лесхоз».

Развитие гиперспектральных цифровых технологий постоянно приводит к созданию все меньших по габаритам и легких сенсоров, которые в настоящее время могут быть установлены на БПЛА для научных и производственных (коммерческих) целей. Способность гиперспектральных сенсоров вести съемку в сотнях спектральных каналах (полос) увеличивает сложность их тематической обработки и интерпретации при дешифрировании огромного количества полученных данных.

Дальнейшие шаги относительно обработки гиперспектральных данных должны выполняться в направлении поиска и получения соответствующей опорной (эталонной) информации, которая обеспечивает своевременные меры реагирования в лесоводственные и лесохозяйственные процессы.

За 2021 - 2023 годы было собрано более 15 000 снимков с пространственным разрешением 2-6 см/пикс. Полученные результаты обрабатывались в программе Agisoft Metashape: загрузка снимков одного тестового участка за один полет, поиск изображений калибровочной панели для камеры, совмещение изображений, построение плотного облака точек и ортофотоплана.

В результате было построено десять детальных ортофотопланов, каждый из которых состоит из пяти слоев (красного, зеленого, синего, ближнего инфракрасного и дальнего красного). Для улучшения качества набора данных авторы дополнительно обработали их в бесплатной программе SAGA GIS:



– все слои были нормализованы с помощью инструмента Calculator-Grid normalization;

– в качестве шестого слоя была построена карта NDVI с использованием инструмента Vegetation index NDVI;

– в качестве седьмого слоя был создан shape-слой с помощью инструмента Create shape, где отдельно выделялись тестовые участки и в качестве атрибутов записывались данные о текущем состоянии фотосинтетического аппарата тестовых древостоев и их основных показателей стрессоустойчивости.

В результате исходный набор данных был расширен до семи слоев в каждом ортофотоплане.

Получение размеченных данных для обучения нейронных сетей – трудоемкий процесс, поскольку метки требуются для всего лесного квартала. Эту проблему можно было бы решить, равномерно покрыв весь квартал датчиками для сбора агрофизических данных о почве. Однако это дорогое решение, так как размеры полей могут быть значительными. Для минимизации расходов авторы статьи разработали процедуру генерации синтетических данных. В ее основе лежит гипотеза о том, что азот распределяется по полю случайным образом, при этом его содержание на участках может быть высоким и низким. Процедура состоит из следующих шагов:

Шаг 1: Из ортофотоплана извлекаются изображения тестовых участков.

Шаг 2: Снимки, принадлежащие одному и тому же каналу, смешиваются, чтобы создать, во-первых, изображения для оценки производительности модели после обучения и, во-вторых, изображения для генерации набора данных. Смешение происходит путем замены каждой второй строки строкой другого изображения того же канала.

Шаг 3: Случайным образом выбирается одно из исходных изображений с известным уровнем поражения определенным вредителем.

Шаг 4: Выбирается другое исходное изображение, но с другим уровнем азота, которое затем смешивается с первым с использованием случайно сгенерированной маски, содержащей 3–6 фрагментов лесного полога, для имитации случайного распространения стволовых вредителей.

Шаг 5: Затем, все шесть исходных изображений выбираются и смешиваются в одно, чтобы имитировать состояние полога насаждения за пределами тестовых зон с неизвестным текущим уровнем эколого-функционального состояния хвойных насаждений.

Необходимо отметить, что мульти-, так и гиперспектральные изображения имеют большой потенциал для перехода на совершенно

новый уровень исследований при организации и ведении мониторинга растительного покрова. Например, можно оценить показатели продуктивности и стресса в лесных экосистемах которые могут быть получены путем измерения индекса фотохимического отражения (PRI), основанный на узкополосном поглощении ксантофильных пигментов в диапазонах 531 и 570 нм.

Однако при этом более высокое спектральное разрешение присутствует в гиперспектральных данных дистанционного зондирования узкополосного спектрального состава, которое невозможно достичь при использовании мультиспектральных данных.

Таким образом, гиперспектральные данные имеют большие возможности для узкого профилирования материалов и получаемых соответствующих конечных результатов за счет его почти непрерывных спектров. С одной стороны, они охватывают спектральные особенности, которые могут пройти незамеченными в мультиспектральных данных из-за их дискретного и разреженного характера.

Например, т.н. «красный край» (RE, 670–780 нм) недоступен для широкополосного сенсора, но он дает исчерпывающую характеристику (на дату съемки) содержания хлорофилла в листьях, фенологическое состояние и наличия/отсутствия т.н. растительного стресса — параметры, которые четко проявляются в этом спектральном диапазоне. С другой стороны, гиперспектральные данные обладают способностью идентифицировать некоторые компоненты растительного покрова, которые могут быть неправильно сгруппированы по мультиспектральным каналам (полосам).

Как правило, при использовании БПЛА требуется наличие и взаимодействие нескольких взаимосвязанных технических устройств: наземный пункт управления (НПУ) и связи, наличия пилотажно-навигационного комплекса (ПНК) для выполнения полетных заданий БПЛА, полевого пункта обработки поступающей информации (ППОИ).

При обработке гиперспектральных данных, необходимо выполнить ряд технологических этапов: первый – получение гиперспектрального изображения; второй – калибровка полученных гиперспектральных изображений; третий – спектральная/пространственная обработка полученных данных (получение т.н. спектрального гиперкуба); четвертый – уменьшение размерности и получение селективных гиперспектральных каналов; пятый – тематическое дешифрирование на основе обучающих (эталонных) спектральных сигнатур-библиотек гиперспектральных изображений (анализ, классификация, обнаружение и т. д.).

Нами в работе широко использовались вегетационные индексы (VI), рассчитываемые при тематической обработке гиперспектральных изображений, что позволило проанализировать и оценить эколого-функциональное состояние хвойных насаждений, находящихся на территории ГЛХУ «Минский лесхоз» (Волмянское и Станьковское лесничества) по индексу площади хвои/листьев (LAI) с оценкой их биофизических, физиологических и биохимических параметров.

Нами были установлены и классифицированы как широкие, так и узкие спектральные селективные полосы, для полученных гиперспектральных данных.

Кроме того, нами рассчитывался индекс коэффициента поглощения хлорофилла (CARI), индекс «зелености» (GI), индекс вегетации зелени (GVI), модифицированный индекс коэффициента поглощения хлорофилла (MCARI), модифицированный индекс нормализованной разности вегетации (MNDVI), простое соотношение (SR), включая узкополосные варианты (1–4нм), трансформированного индекса коэффициента поглощения хлорофилла (TCARI), треугольный индекс растительности (TVI), модифицированный коэффициент стресса хвойных деревьев (MVSR), модифицированный индекс содержания влаги в растительных образцах и почвенной влажности (MSAVI) и PRI.

В заключении необходимо отметить, что большое внимание нами было уделено разработке и адаптации имеющегося программного обеспечения (ПО) для обработки гиперспектральных данных.

В результате работ был апробирован бесплатный вариант с открытым исходным кодом — это модуль Spectral Python (SPy), который выпущен под общедоступной лицензией GPL. Кроме того, может быть рекомендован также программный модуль Hyperspectral Python (HypPy), который работает с форматом файлов пакета ENVI. Еще один вариант — Hyperpectral Image Analysis Toolbox (HIAT), который состоит из набора функций для анализа гиперспектральных и мультиспектральных данных в среде Matlab и бесплатный пакет MultiSpec.

Результаты исследования могут быть использованы для экспертной оценки экономических и экологических последствий усыхания хвойных лесов на территории Беларуси.

УДК 528.88; 235.41

А.Р. Понтус<sup>1</sup>, вед. науч. сотр., канд. биол. наук;  
М.Л. Романова<sup>1</sup>, вед. науч. сотр., канд. биол. наук;  
Ю.С. Давидович<sup>2</sup>, мл. науч. сотр.;  
В.Л. Дольский<sup>3</sup>, науч. сотр.; И.П. Аниськов<sup>4</sup>, науч. сотр.  
<sup>1</sup>(ИЭБ НАН Беларуси, г. Минск);  
<sup>2</sup>(БГУ, г. Минск);  
<sup>3</sup>(ЦБС НАН Беларуси, г. Минск);  
<sup>4</sup>(РУП «НПЦМБК» НАН Беларуси, г. Минск)

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ДЕТЕКЦИИ ПОЛУЧЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ СЪЕМКИ**

Для эффективного ведения лесного хозяйства необходимо оперативно получать текущую информацию о состоянии лесных массивов, подвергающихся воздействию стихийных и антропогенных факторов (лесные пожары, поражения вредителями, ветровалы, буреломы, вырубки) и постоянному контролю за лесопользованием. Помимо этого, требуется систематически осуществлять таксирование лесов. Как-правило, эти работы проводятся планомерно с применением штатных средств, в том числе малой авиации и космического мониторинга.

Для эффективного лесопатологического мониторинга текущего состояния лесов возможно сочетание методов сегментации изображений, полученных БЛА в режиме текущего времени, с сочетанием методов глубокого обучения. В частности, нами показана эффективность использования пяти современных архитектур нейронных сетей на основе U-Net, чтобы решать задачи скорости сегментации степени раннего ослабления хвойных насаждений на ортофотоплане.

Обучение, а также оценка эффективности нейросетевых моделей проводилась нами на основе данных, полученных лесопатологической службой ГЛХУ «Минский лесхоз», а также данных, полученных с помощью БАС «Гексакоптер-1» на территории Минского лесхоза за 2021–2023 годы. Съёмка осуществлялась на мультиспектральную камеру МСПК-40 и гиперспектральную камеру ГПСК-140.

В результате нами было получено более 12 тысяч изображений на территорию лесхоза, общая площадь которых составляет около 640 га. На каждом тестовом участке было расположено по четыре-шесть калибровочных площадок с известным патогеном и текущим уровнем эколого-функционального состояния хвойных насаждений. Снимки

этих участков использовались для обучения моделей нейронных сетей (U-Net, Attention U-Net, R2-UNet, Attention R2-Unet и U-Net3+). Также в наших исследованиях были проведены эксперименты по оценке влияния выбора комбинации каналов снимков (RGB, RedEdge, NearIR и NDVI) на точность рассматриваемых методов сегментации мульти- и гиперспектральных изображений.

Традиционные снимки, получаемые, например, RGB или NIR-сенсорами, доказали свою полезность во многих областях сельского и лесного хозяйства. Тем не менее, говоря о ранней диагностике эколого-функционального состояния растительности (как лесной, так и сельскохозяйственной) таким снимкам не хватает спектрального диапазона (особенно в средней- и дальней части электромагнитного спектра) и их точного геопозиционирования для корректной классификации и диагностики идентифицируемых объектов растительного мира, которую могут обеспечить только гиперспектральные сенсоры.

Этот вид сенсоров высокого разрешения вначале использовался на спутниках, а затем на пилотируемых самолетах, которые оказались достаточно дорогими в эксплуатации и обслуживании. В последнее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) стали очень популярным и экономически эффективным средством для дистанционного зондирования и мониторинга растительного покрова, так как они способны нести малогабаритные и легкие по весу сенсоры.

Для расчета и дальнейшей визуальной оценки информативности вегетационных индексов в целях дифференциации породного состава лесной растительности, были рассчитаны спектральные индексные показатели (DVI, Simple Ratio, TSR, NDVI, TNDVI, ARVI, EVI), различающихся по сложности вычисления.

В ходе визуального анализа результирующих изображений расчета индексов, установлено, что наилучшими индексными показателями при дифференциации растительности по породному составу на уровне отдельных выделов по данным Sentinel-2 является расширенный индекс озелененности EVI.

Классификация изображений является важной частью дистанционного зондирования, анализа изображений и распознавания образов. Из возможных вариантов контролируемой классификации был выбран метод расстояний Махаланобиса. На основе данных выполненной классификации была составлена и оформлена карта-схема породного состава лесной растительности на территории ГЛХУ «Минский лесхоз».

Развитие гиперспектральных цифровых технологий постоянно приводит к созданию все меньших по габаритам и легких сенсоров,

которые в настоящее время могут быть установлены на БПЛА для научных и производственных (коммерческих) целей.

Способность гиперспектральных сенсоров вести съемку в сотнях спектральных каналах (полос) увеличивает сложность их тематической обработки и интерпретации при дешифрировании огромного количества полученных данных. Дальнейшие шаги относительно обработки гиперспектральных данных должны выполняться в направлении поиска и получения соответствующей опорной (эталонной) информации, которая обеспечивает своевременные меры реагирования в лесоводственные, лесохозяйственные и агротехнические процессы.

АФС проводилась в соответствии со следующими технологическими этапами:

Проверка погодных условий (осадки, скорость ветра), а также выбор лучшей даты для съемки.

Подготовка техники: заправка генератора, зарядка аккумуляторов (для РТК (Real time kinematics — система кинематического позиционирования в реальном времени) и БВС), проверка камеры, отгрузка.

Выезд полетной группы на биополигон; развертывание оборудования БАС; выбор точек посадки и взлета; калибровка мультиспектральной камеры.

Создание плана полета в программе Geoscan Planner на основе картографической основы Google Maps (OSM), выбор основных параметров съемки: высота полета, скорость БАС, пространственное разрешение съемки и т.д.

Запуск дрона и управление полетом.

Посадка дрона, калибровка мультиспектральной камеры, сохранение аэрофотоснимков и создание геопривязанных файлов.

Сборка оборудования, отъезд полетной группы, разгрузка в офисе, перевод комплекса в режим Storage.

За 2021 – 2023 годы было собрано более 15 000 снимков с пространственным разрешением 2-6 см/пикс. Полученные результаты обрабатывались в программе Agisoft Metashape: загрузка снимков одного тестового участка за один полет, поиск изображений калибровочной панели для камеры, совмещение изображений, построение плотного облака точек и ортофотоплана.

В результате было построено десять детальных ортофотопланов, каждый из которых состоит из пяти слоев (красного, зеленого, синего, ближнего инфракрасного и дальнего красного). Для улучшения качества набора данных авторы дополнительно обработали их в бесплатной программе SAGA GIS:

– все слои были нормализованы с помощью инструмента Calculator-Grid normalization;

– в качестве шестого слоя была построена карта NDVI с использованием инструмента Vegetation index NDVI;

– в качестве седьмого слоя был создан shape-слой с помощью инструмента Create shape, где отдельно выделялись тестовые участки и в качестве атрибутов записывались данные о текущем состоянии фотосинтетического аппарата тестовых древостоев и их основных показателей стрессоустойчивости.

В результате исходный набор данных был расширен до семи слоев в каждом ортофотоплане.

Получение размеченных данных для обучения нейронных сетей – трудоемкий процесс, поскольку метки требуются для всего сельскохозяйственного поля. Эту проблему можно было бы решить, равномерно покрыв всё поле датчиками для сбора агрофизических данных о почве. Однако это дорогое решение, так как размеры полей могут быть значительными.

Для минимизации расходов авторы статьи разработали процедуру генерации синтетических данных. В ее основе лежит гипотеза о том, что азот распределяется по полю случайным образом, при этом его содержание на участках может быть высоким и низким. Процедура состоит из следующих шагов:

Шаг 1: Из ортофотоплана извлекаются изображения тестовых участков.

Шаг 2: Снимки, принадлежащие одному и тому же каналу, смешиваются, чтобы создать, во-первых, изображения для оценки производительности модели после обучения и, во-вторых, изображения для генерации набора данных. Смешение происходит путем замены каждой второй строки строкой другого изображения того же канала.

Шаг 3: Случайным образом выбирается одно из исходных изображений с известным уровнем азота.

Шаг 4: Выбирается другое исходное изображение, но с другим уровнем азота, которое затем смешивается с первым с использованием случайно сгенерированной маски, содержащей 3–6 фрагментов поля, для имитации случайного распространения стволовых вредителей.

Шаг 5: Затем все шесть исходных изображений выбираются и смешиваются в одно, чтобы имитировать поле за пределами тестовых зон с неизвестным текущим уровнем эколого-функционального состояния хвойных насаждений.

Необходимо отметить, что мульти-, так и гиперспектральные изображения имеют большой потенциал для перехода на совершенно

новый уровень исследований при организации и ведении мониторинга растительного покрова.

Например, можно оценить показатели продуктивности и стресса как в сельскохозяйственных, так и в лесных экосистемах которые могут быть получены путем измерения индекса фотохимического отражения (PRI), основанный на узкополосном поглощении ксантофильных пигментов в диапазонах 531 и 570 нм. Однако при этом более высокое спектральное разрешение присутствует в гиперспектральных данных дистанционного зондирования узкополосного спектрального состава, которое невозможно достичь при использовании мультиспектральных данных.

Таким образом, гиперспектральные данные имеют большие возможности для узкого профилирования материалов и получаемых соответствующих конечных результатов за счет его почти непрерывных спектров. С одной стороны, они охватывают спектральные особенности, которые могут пройти незамеченными в мультиспектральных данных из-за их дискретного и разреженного характера. Например, т.н. «красный край» (RE, 670–780 нм) недоступен для широкополосного сенсора, но он дает исчерпывающую характеристику (на дату съемки) содержания хлорофилла в листьях, фенологическое состояние и наличия/отсутствия т.н. растительного стресса – параметры, которые четко проявляются в этом спектральном диапазоне.

С другой стороны, гиперспектральные данные обладают способностью идентифицировать некоторые компоненты растительного покрова, которые могут быть неправильно сгруппированы по мультиспектральным каналам (полосам). Как правило, при использовании БПЛА требуется наличие и взаимодействие нескольких взаимосвязанных технических устройств: наземный пункт управления (НПУ) и связи, наличия пилотажно-навигационного комплекса (ПНК) для выполнения полетных заданий БПЛА, полевого пункта обработки поступающей информации (ППОИ).

При обработке гиперспектральных данных, необходимо выполнить ряд технологических этапов: первый - получение гиперспектрального изображения; второй – калибровка полученных гиперспектральных изображений; третий – спектральная/пространственная обработка полученных данных (получение т.н. спектрального гиперкуба); четвертый – уменьшение размерности и получение селективных гиперспектральных каналов; пятый – тематическое дешифрирование на основе обучающих (эталонных) спектральных сигнатур-библиотек гиперспектральных изображений (анализ, классификация, обнаружение и т. д.).



Нами в работе широко использовались вегетационные индексы (VI), рассчитываемые при тематической обработке гиперспектральных изображений, что позволило проанализировать и оценить эколого-функциональное состояние хвойных насаждений, находящихся на территории ГЛХУ «Минский лесхоз» (Волмянское и Станьковское лесничества) по индексу площади хвои/листьев (LAI) с оценкой их биофизических, физиологических и биохимических параметров. Нами были установлены и классифицированы как широкие, так и узкие спектральные селективные полосы, для полученных гиперспектральных данных.

Кроме того, нами рассчитывался индекс коэффициента поглощения хлорофилла (CARI), индекс «зелености» (GI), индекс вегетации зелени (GVI), модифицированный индекс коэффициента поглощения хлорофилла (MCARI), модифицированный индекс нормализованной разности вегетации (MNDVI), простое соотношение (SR), включая узкополосные варианты (1–4нм), трансформированного индекса коэффициента поглощения хлорофилла (TCARI), треугольный индекс растительности (TVI), модифицированный коэффициент стресса растительности (MVSr), модифицированный индекс почвенной растительности (MSAVI) и PRI.

Необходимо отметить, что вегетационные индексы (VI) широко используются при тематической обработке гиперспектральных данных для оценки чувствительности VI к коэффициенту LAI. Модифицированные версии TVI и MCARI оказались лучшими для прогнозирования зеленого цвета в LAI.

Выполненная нами оценка состояния хвойных насаждений указала на то, что PRI является одним из наиболее чувствительных к каротиноидам и хлорофилл-каротиноидным соотношениям. Индекс TCARI в сочетании с широкополосным индексом, известным как Оптимизированный индекс растительности с поправкой на почву (OSAVI), был наиболее подходящим для оценки Cab на агрегированных и чистых пикселях сосновых средневозрастных насаждений, подверженных воздействиям корневой губки.

Полученные в течение вегетационного периода гиперспектральные данные, полученные с БПЛА «Гексакоптер-1» и гиперспектральной камеры ГПСК-120, при съемке хвойных лесов были использованы нами для разработки технологии диагностики усыхания лесов на ранней стадии с комбинациями VI, результатом которых стал вывод, что комбинация R515 / R570 (чувствительная к Cx + c) и TCARI / OSAVI (чувствительная к Ca + b) узкополосные индексы подходят для картирования концентрации каротиноидов фотосинтетического аппарата

хвойных насаждений, который характеризует ослабление эколого-функционального состояния хвойных насаждений уже на ранней стадии.

Что касается оценки содержания хлорофилла, то индексы SR и SR2 являются наилучшими для оценки текущего эколого-функционального состояния растительного покрова (на дату съемки). Также по результатам работ можно сделать вывод, что индекс MSAVI является весьма информативным из всех VI, который тесно связан с оценкой LAI на разных фенологических стадиях развития растительного покрова.

В заключении необходимо отметить, что большое внимание нами было уделено разработке и адаптации имеющегося программного обеспечения (ПО) для обработки гиперспектральных данных.

В результате работ был апробирован бесплатный вариант с открытым исходным кодом — это модуль Spectral Python (SPy), который выпущен под общедоступной лицензией GPL. Кроме того, может быть рекомендован также программный модуль Hyperspectral Python (HypPy), который работает с форматом файлов пакета ENVI. Еще один вариант — Hyperspectral Image Analysis Toolbox (HIAT), который состоит из набора функций для анализа гиперспектральных и мультиспектральных данных в среде Matlab и бесплатный пакет MultiSpec.

Преобразование выборки в формат, необходимый для обучения моделей, включало ее представление в виде тайлов размером 256×256 пикселей. Каждый тайл содержит целевую маску и набор входных признаков. Для предотвращения переобучения моделей использовалась аугментация изображений, а именно геометрические преобразования (поворот, зеркальное отображение и др.). С этой же целью были добавлены слои дропаута.

Полученная обучающая выборка была использована для обучения двух моделей машинного обучения: попиксельного классификатора Random Forest и сверточной нейронной сети архитектуры U-net.

Семь ортофотопланов, из которых авторы смогли извлечь 60 изображений: 30 используются для оценки производительности нейросетевой модели и еще 30 для создания набора данных.

В результате было создано два обучающих и два оценочных набора: один для тестового участка № 12, расположенного на территории Станьковского лесничества Минского лесхоза (С. мшистый, 70-80 лет, кв. 8, выд.7,2 площадь 1,2 га), другой, № 13 расположен в Волмянском лесничестве (Е. кисличник, 60-70 лет, кв.15, выд. 27, площадь 1,2 га). Соответственно, обучались две нейросетевые модели. Каждый набор данных для обучения содержит 12 000 случайно сгене-

рированных изображений, а для эколого-функциональной оценки – 30 изображений.

Чтобы разработать готовый к машинному обучению набор данных, авторы сначала случайным образом сгенерировали 12 030 изображений таким образом, чтобы каждое имело шесть различных уровней текущего эколого-функционального состояния. Во время обучения были использованы дополнительные методы увеличения данных, такие как вращение, горизонтальное отражение, сдвиг по ширине и высоте.

Как уже было сказано, исследователи разделили коллекцию изображений на два набора: 12 030 снимков для обучения и 30 для оценки. Чтобы улучшить данный процесс и избежать переобучения, они использовали адаптивное обучение и методы ранней остановки. Если производительность нейросетевой модели не улучшалась, скорость обучения умножалась на 0,15. Максимальный номер эпохи был установлен на 100, но модель прекращала работу, если за четыре попытки улучшения не наблюдались.

Затем нами исследовалось применение пяти свёрточных нейронных сетей: U-Net, Attention U-Net, R2U-Net, Attention R2U-Net и U-Net3+. Базовая модель для всех — U-Net.

Так, в рамках эксперимента с размером батчей, то есть с количеством изображений, подаваемых в нейронную сеть за один прямой проход, выяснилось, что этот параметр влияет на конечный результат. Настройка производилась вручную путем обучения с разными размерами и оценки результата. Для эксперимента были выбраны размеры батчей 5, 25 и 50. Для обучения моделей использовались диапазоны RGB, NearIR и NDVI.

Количественные результаты оценки эффективности моделей, обученных для тестового участка № 12, показали следующую закономерность: чем больше размер батча, тем выше производительность.

При размере батча 5 лучшими моделями являются Attention R2U-Net (t3), U-Net3+ с глубоким контролем и R2U-Net (t3).

При размере батча 25 — U-Net3+ с глубоким контролем, Attention R2U-Net (t2) и R2U-Net (t2).

При размере батча 50 — R2U-Net (t4), U-Net3+ с глубоким контролем и Attention R2U-Net (t2).

Результаты оценки эффективности моделей, обученных для тестового участка № 13, показали противоположную зависимость: производительность была лучше при меньшем размере батча.

В итоге, среди всех моделей Attention R2U-Net (t2) оказалась более устойчивой и надежной для разных видов культур (точность

97,59–99,96 %). В качестве универсального размера батча (для разных типов агроландшафтов) для предлагаемой модели рекомендуется использовать батч, равный 25.

Исследователи использовали данную модель и в эксперименте по определению того, какое сочетание каналов больше подходит для обучения и сегментации изображения. В результате оказалось, что для обучения нейронной сети подходит только три комбинации: RGB, RGB + NearIR и RGB + NearIR + NDVI. Они позволили достичь высоких значений всех восьми метрик (на 0,41–1,77 % больше, чем стандартное сочетание каналов RGB).

Другие комбинации приводят либо к низкому результату метрики, либо к ошибке деления на ноль. Использование дальнего красного канала оказывает существенное негативное влияние на качество сегментации текущего состояния хвойных насаждений на тестовых участках.

Следует отметить значительный потенциал рассмотренной проблематики, в связи с возможностью большого охвата территории, быстрого анализа при помощи компьютерных программ, снижение работ, выполняемых в полевых условиях при наземном лесопатологическом мониторинге, является относительно недорогим и конструктивным методом создания оперативных тематических картографических материалов.

Данный подход позволил получить информационный продукт в виде карты усыханий за период с 2021 по 2023 год на территорию Минского ГЛПХО.

Результаты исследования могут быть использованы для дальнейшей оценки экономических и экологических последствий усыхания хвойных лесов на территории Беларуси.

УДК. 631.635/633

А.Р. Понтус, вед. науч. сотр., канд. биол. наук;  
М.Л. Романова, вед. науч. сотр., канд. биол. наук  
(ИЭБ НАН Беларуси, г. Минск);

А.Н. Червань, зав. кафедрой, доц., канд. с.-х. наук (БГУ, г. Минск)

### **ОЦЕНКА АГРОХИМИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ ПО МАТЕРИАЛАМ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ**

Наиболее доступным инструментом определения свойств поверхности для больших территорий являются данные дистанционного зондирования. Однако, если для природных объектов, поверхность

мало изменяется, то для, находящихся в условиях сельскохозяйственного освоения, задача осложняется значительной изменчивостью спектра отражения солнечной радиации в связи с деятельностью человека. С 1970-х годов проводится крупномасштабное обследование лесных и сельхозугодий. Полученная информация накапливается в специальном Банке данных, где есть разные уровни – от конкретного поля до земельных массивов в масштабе страны.

В настоящее время учет природных, в том числе почвенно-земельных ресурсов, осуществляется в административных границах. При этом не указываются потенциальные возможности использования природных ресурсов. Данные проблемы могут быть разрешены при использовании в разработке основ современного рационального природопользования универсальных единиц пространственного измерения.

Выполнение научно-исследовательских работ на весь регион Припятского Полесья предполагает использование метода ключевых участков. Интерполяция результатов пространственного учета факторов землепользования и оценки агроэкологического состояния геосистем тестовых сельскохозяйственных организаций на весь регион позволит автоматизировать систему поддержки принятия производственных решений с увеличением эффективности хозяйствования и одновременным недопущением процессов деградации земель сельскохозяйственного назначения.

Информационно-аналитическую основу научно-исследовательских работ составляет многофакторный подход и пространственный картометрический анализ данных почвенных и агрохимических обследований ОАО «Валище», ОАО «Дворецкий», ОАО «Новоселки», ОАО «Туровщина» и ОАО «Федорское» в разном масштабе с использованием ГИС-технологий. Исходными данными для нормативной оценки экологической устойчивости отдельных почв и агроландшафтов, в целом, в зависимости от применения различных элементов земледелия служат результаты мониторинговых наблюдений за состоянием почвенного покрова.

Следует отметить, что структура базы данных предусматривает классы зависимых (структура почвенного покрова, отдельные признаки почвенных разновидностей) и независимых данных (цифровая модель рельефа, данные дистанционного зондирования). Применение современного программного обеспечения для геоинформационного анализа и тематической обработки данных ДЗЗ (ArcGIS, QGIS, ENVI, ERDAS Imagine, SCANEx Image Processing и др.) позволяют сохранить пространственную точность результатов на всех этапах работ и

подготовить землепользователям картографическую основу, интегрированную с данными ДЗЗ, для оптимизации систем земледелия с переречем и дифференциацией агротехнологий разной интенсификации в регламентированных сценариях территориального планирования агроландшафтов, с учетом ландшафтно-адапционных принципов ведения сельского хозяйства.

Геосистемы являются основными носителями качественной и количественной информации о состоянии природных ресурсов в границах каждой почвенной комбинации, что позволяет говорить о них, как об инвариантах почвенно-земельных ресурсов с качественными различиями устойчивости к процессам деградации земель. Репрезентативность выбранных сельскохозяйственных организаций обусловлена различными факторами.

ОАО «Валище» (пилотное хозяйство района) в Пинском районе Брестской области располагается в условиях сочетания глубоких депрессий, сложенных торфяно-болотными низинного типа почвами, и первых надпойменных террас низкого уровня на суглинистых, реже супесчаных, почвообразующих породах. Такое сочетание предопределяет необходимость искусственного регулирования водного режима почв обрабатываемых сельскохозяйственных земель – значительная доля рабочих участков тестового агроландшафта расположена в составе мелиорированных систем. Открытое акционерное общество «Дворецкий» (пилотное хозяйство района) в Лунинецком районе отличается достаточно контрастными условиями в северной и южной частях землепользования.

Доминирующими геосистемными условиями северной части являются участки плоских высоких и низких водораздельных пространств на разных по литологии почвообразующих породах. Здесь менее выражен мезорельеф обрабатываемых сельскохозяйственных земель, практически отсутствует необходимость осушительной мелиорации, но есть необходимость химических приемов регулирования уровня продуктивной способности почв за счет минеральных и органических удобрений, а также мелиорантов.

Местоположение и геосистемный анализ структуры почвенного покрова ОАО «Новоселки» (пилотное хозяйство района) в Петриковском районе отражают достаточно типичные условия землепользования не только для Петриковского района, но и северной части Житковичского, Лунинецкого и Пинского районов. Характерно сочетание выпуклых высоких и низких водоразделов на двучленных без водупора почвообразующих породах (преимущественно связносупесчаные на рыхлосупесчаных и песчаных) с глубокими заторфованными

депрессиями, аккумулирующими сток атмосферных осадков. Высокая продуктивная способность почв сельскохозяйственных земель четвертого тестового агроландшафта – ОАО «Туровщина» в Житковсичком районе Гомельской области (пилотное хозяйство района) – обусловлена минералогически более ценными почвообразующими породами вследствие аллювиального генезиса.

В данном хозяйстве наблюдается сочетание геосистем пойм разного орографического уровня – наиболее низкие поймы центрального уровня располагаются в составе мелиоративных систем и представлены иловато-болотными почвами с высокими показателями бонитета для основных сельскохозяйственных культур.

Для формирования мозаики индексных мультиспектральных изображений был сформирован предварительный набор данных снимков с космических летательных аппаратов Landsat 8/9 OLI TIRS и Sentinel 2A на территории тестовых полигонов в соответствии с оптимальными сроками аэрокосмических съемок растительного и почвенного покрова. Также рассчитывался спектральный индекс теплового диапазона длин волн TVDI для мониторинга увлажненности поверхности сельскохозяйственных угодий. Индекс TVDI рассчитывался только по снимкам Landsat 8-9, так как оптический сенсор этой системы имеет тепловой инфракрасный канал.

Результаты автоматизированной обработки вегетационного и температурно-вегетационного индексов по всем тестовым землепользователям учитывались в оценке текущего культуртехнического состояния сельскохозяйственных земель и оценке возможной интенсификации отрасли растениеводства. Кроме того, разрабатываемая нами система точного земледелия для пилотных хозяйств призвана детально прогнозировать урожай с учетом оптимизации структуры пахотных угодий, посевных площадей, севооборотов.

Создание электронных карт полей и инвентаризация с./х. угодий; оценка объема работ и контроль их выполнения; ведение оперативного мониторинга состояния посевов, оценки их состояния после перезимовки, оперативной оценки засоренности полей, определение нормализованных вегетативных индексов должно поднять уровень производительности с/х производства и снизить затраты на значительную величину.

Л.Ф. Поплавская, доц., канд. с.-х. наук;  
С.В. Ребко, доц., зав. кафедрой, канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **МЕТОДИКА И КРИТЕРИИ ОТБОРА ПЛЮСОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ**

В настоящее время в Беларуси разработана методика и критерии отбора плюсовых насаждений, однако данная методика, на наш взгляд, в большей степени касается отбора плюсовых насаждений хвойных пород и не отражает индивидуальных особенностей роста, развития и внутривидовой изменчивости лиственных пород, в частности березы.

Селекция березы должна вестись на качество ствола и древесины, что влечет за собой повышение товарности древостоя. Поэтому при отборе плюсовых насаждений березы основное внимание должно быть уделено качественным показателям деревьев, составляющих насаждение. К таким показателям в первую очередь относятся: полндревесность ствола, очищаемость стволов от сучьев, принадлежность к одной из ценных форм.

Отбор плюсовых насаждений – это первый этап селекции, в которых в дальнейшем будет проводиться отбор плюсовых деревьев и создание на их основе лесосеменных плантаций, которые и будут служить объектом для заготовки семян с улучшенными свойствами. Это процесс получения семян плантационного направления в семеноводстве. Это направление признано в республике приоритетным, и в настоящее время широко развивается.

Однако наряду с плантационным семеноводством необходимо развивать и популяционное семеноводство, которое позволит наряду с увеличением продуктивности насаждений повысить и их устойчивость.

Одним из наиболее важных объектов этого направления являются плюсовые насаждения, которые являются непосредственно источником семян для создания из них высокопродуктивных и устойчивых насаждений, или создания на их основе плантаций популяционного отбора.

В качестве плюсовых насаждений А.М. Данченко предлагает отбирать насаждения хорошего роста и качества с преобладанием ценных форм берёзы – более 50% ромбовидно-трещиноватых и гладко-корых для берёзы повислой и более 50% бело- и шероховато-корых форм для берёзы пушистой. Древостои должны быть без признаков повреждения вредителями и болезнями, стволы деревьев преимуще-



ственно стройные, правильной цилиндрической формы с малым сбегом, малосуковатые, высокотоварные. Кроны деревьев должны иметь нормальное развитие и состоять из тонких ветвей первого порядка, достаточно облиственных и с ярко выраженной вершиной. Такие отобранные плюсовые насаждения берёзы А. М. Данченко предлагает в течение 5–6 лет использовать для получения привойного материала, заготавливаемого путём прореживания крон.

При выделении плюсовых насаждений важным является выбор типа леса и типа условий местопроизрастания отбираемых насаждений. Так как семена, получаемые с этих насаждений, будут использоваться для создания лесных культур, то необходимо, чтобы условия заготовки семян соответствовали условиям лесокультурных площадей, где эти семена будут использованы.

Оптимальными условиями для произрастания берёзы являются свежие и влажные субори и судубравы, а также свежие дубравы (В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, С<sub>2</sub>, С<sub>3</sub>, Д<sub>2</sub>). В этих условиях берёза растёт по I и I<sup>a</sup> классам бонитета и отличается богатым внутривидовым разнообразием. З

аготовленные с этих условий семена можно использовать в широком диапазоне почвенных условий лесокультурных площадей. Выделение плюсовых насаждений в более богатых и влажных условиях (березняки крапивные, папоротниковые, снытевые, с типами условий местопроизрастания С<sub>4</sub>, Д<sub>4</sub>) не целесообразно, так как здесь преобладает берёза пушистая, которая при введении ее в культуры в более сухих условиях будет отставать в росте от берёзы повислой, хотя во влажных условиях берёза пушистая также образует высокопродуктивные насаждения первого класса бонитета.

В таблице предложены критерии отбора плюсовых насаждений берёзы повислой. К высококачественным деревьям относятся деревья, превосходящие в росте средние показатели насаждения по диаметру не менее чем на 20%, по высоте на 5–8% или имеющие высоту равную средней высоте насаждения, обладающие полнодревесными стволами с коэффициентом формы (*g*) выше 0,75.

К низкокачественным деревьям относятся отставшие в росте и более крупные деревья имеющие пороки. Минусовые деревья подлежат вырубке в плюсовом насаждении.

Так как селекция берёзы ведётся на товарность и качество древесины, то не менее важным показателем, чем доля участия деревьев различной селекционной категории, является доля участия деревьев ценных форм, которые тесно коррелируют с качеством древесины. В качестве ценных форм рекомендуются: ромбовиднотрещинноватая, слоистокорая, продольнотрещинноватая и серокорая, гладокорая.

Ромбовиднотрещиноватая форма является быстрорастущей как по диаметру, так и по высоте, характеризуется полнодревесным стволом с прямослойной древесиной.

**Таблица – Критерии отбора плюсовых насаждений березы повислой**

Оценочный фактор	Показатель	Примечание
Возраст насаждения, лет/класс	30–60/3–6	Выделение насаждений в возрасте до 30 лет не позволяет оценить все качественные показатели
Полнота насаждения	0,6–1,0	–
Бонитет	I и I <sup>a</sup>	–
Тип леса	Б. орл., Б. кис., Б. чер.	Тип леса Б. дм., если есть необходимость создавать лесные культуры в аналогичных условиях
ТУМ	B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub>	ТУМ А <sub>4</sub> , если есть необходимость создавать лесные культуры в аналогичных условиях
Доля участия в насаждении высококачественных деревьев, %	Не менее 35 при полноте 0,8 и выше; Не менее 25 при полноте 0,6–0,7	–
Доля участия низкокачественных деревьев, %	Не более 15	–
Доля участия в насаждении деревьев ценных форм по строению коры (ромбовиднотрещиноватая, продольнотрещиноватая, слоистокорая, серокорая, гладкокорая), %	Не менее 50	–
Очищаемость столов от сучьев в среднем, %	Не менее 40	–
Протяженность живой кроны в среднем, %	30–40	–

Данная форма в нижней части ствола имеет грубую кору, которая поднимается по стволу на 1,5–2 м, а затем постепенно переходим в гладкую кору с характерными ромбовидными трещинами, достигающими до живой кроны.

Продольнотрещиноватая форма также является быстрорастущей с прямым полнодревесным стволом и прямослойной древесиной, и в отличие от ромбовиднотрещиноватой имеет продольные трещины, высоко поднимающиеся по стволу.

Слоистокорая форма имеет слобосбежистый ствол с прямослой-

ной древесиной.

Характерной особенностью данной формы является наличие продольных трещин, из которых видны слои коры. Грубая кора у данной формы поднимается по стволу на высоту не более 1 м.

Серокорая форм характеризуется быстрым ростом в высоту, но несколько замедленным ростом по диаметру, образует полнодревесные стволы с прямослойной и наиболее плотной древесиной, которая из-за повышенной плотности плохо колется. Кора гладкая серая.

Гладкокорая форма имеет гладкую белую кору с небольшими поперечными бородавками, из-за которых береза и получила видовое название береза бородавчатая (которое ранее применялось к березе повислой). Она образует слабосбежистые стволы с мягкой хорошо колющейся древесиной.

В насаждения березы повислой довольно часто встречается груботрещиноватая форма, которая относится к низкокачественным. Она характеризуется замедленным ростом, образует сбежистые, часто искривленные стволы. Грубая кора у этой формы высоко поднимается по стволу и резко переходит в гладкую бересту.

В местах перехода наблюдается резкое снижение диаметра. Древесины под грубой корой волнисто-свилеватая, плохо колющаяся. Данная форма может быть отобрана как лучшая при селекции березы на узорчатость древесины наряду с березой карельской.

УДК 630\*165.62

Л.Ф. Поплавская, доц., канд. с.-х. наук;  
С.В. Ребко, зав. кафедрой, доц., канд. с.-х. наук;  
П.В. Тупик, заместитель декана ЛХФ, доц., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОРА НА ОСНОВАНИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА НАСЛЕДУЕМОСТИ**

Массовый отбор в лесной селекции сводится в первую очередь к выделению лучших экотипов (климатипов, эдафотипов) и использования смеси семян. В основе массового отбора лежит оценка фенотипа, который представляет собой результат взаимодействия генотипа и среды. При проведении селекции с лесными древесными породами первостепенный интерес представляют количественные признаки (диаметр, высота, масса и т.д.) которые в значительной степени обусловлены факторами среды и не влияют на эффективность отбора. Поэтому определения доли влияния генотипа того или иного количе-

ственного признака имеет существенное значение при планировании селекционного процесса.

Успехи лесной селекции обусловлены в первую очередь внутривидовым разнообразием древесных растений. Исследование изменчивости древесных растений проводятся последовательно в три этапа.

На первом этапе дается оценка характера и степени варьирования признаков в пределах организма, т.е. дается характеристика эндогенной изменчивости. На втором этапе производится оценка различных форм внутривидовой изменчивости – индивидуальная, половая, экологическая. На третьем этапе изучается межпопуляционная изменчивость, к которой относится географическая изменчивость.

Для установления уровня изменчивости используются математические методы, которые направлены на определение наследственных и ненаследственных факторов в изменчивости среднего уровня признака. Для этой цели используется дисперсионный анализ.

При этом определяется суммарное (аддитивное) действие случайных и факториальных вариантов на общую дисперсию и выражается уравнением:

$$\delta^2_{ph} = \delta^2_g + \delta^2_e$$

где  $\delta^2_{ph}$  – общая фенотипическая изменчивость;  $\delta^2_g$  – генетическая наследственная изменчивость;  $\delta^2_e$  – средовая ненаследственная изменчивость.

Для характеристики доли генетической изменчивости в общей фенотипической пользуются не абсолютной величиной генетической дисперсии, а относительной, как показателем удельного веса. Этот показатель называется коэффициентом наследуемости  $H^2$ :

$$H^2 = \delta^2_g / \delta^2_{ph} = \delta^2_g / (\delta^2_g + \delta^2_e)$$

Для изучения географической изменчивости видов древесных растений, которые имеют обширный ареал распространения, создают географические лесные культуры. Под влиянием климата, почв, продолжительности вегетационного периода, светового периода у древесных пород с обширным ареалом произрастания сформировались наследственные географические расы или климатические экотипы (климатипы). При произрастании в других климатических условиях ряд признаков и свойств, присущих климатипам, сохраняется. Вместе с тем новые условия оказывают влияние на рост и развитие растений.

Объектом исследований являются географические культуры сосны обыкновенной, созданные в 1959 г. на территории Негорельского учебно-опытного лесхоза, который согласно лесосеменному районированию, относится к Центральному подрайону Белорусского лесосеменного района. В настоящее время географические культуры

сосны обыкновенной произрастают на площади 4,4 га и представлены 44 климатипами. Диапазон происхождения семян сосны обыкновенной: 48°–62° северной широты и 22°–111° восточной долготы и представлен 30 лесосеменными районами.

В таблице 1 представлены основные статистические показатели роста 17 вариантов географических культур по диаметру. Данные климатипы представляют все подвиды сосны обыкновенной, выделенные Л.Ф. Правдиным. Основная масса климатипов характеризуется высоким уровнем индивидуальной изменчивости (коэффициент варьирования 21–40%), что свидетельствует о незавершенном процессе формирования данных насаждений. Это климатипы представляющие степные районы (башкирский, полтавский, ростовский). Очень высокий уровень индивидуальной изменчивости характерен для архангельского климатипа (более 40%). В связи с изменением климата северный климатип (архангельский), произрастающий за пределами 61 северной широты, потерял свою устойчивость, и находится в стадии распада (полнота насаждения – 0,26). Наблюдаемая изменчивость внутри климатипа представляет внутривидовую индивидуальную изменчивость, а различия между климатипами представляет географическую изменчивость. Географическую или межгрупповую изменчивость определяли, как разность дисперсий между дисперсией местного минского климатипа и дисперсией инорайонного климатипа.

Такое разложение фенотипической дисперсии позволяет определить степень родства между климатипами.

**Таблица 1 – Статистические показатели роста экотипов сосны обыкновенной по диаметру**

№ секции	Экотип	x, см	$\delta$ , см <sup>2</sup>	$\pm m$ , см	V, %	t-критерий
52	Архангельский	20,9	8,25	1,56	42,27	3,14
53	Ленинградский	21,6	4,40	0,66	20,75	4,45
23	Томский	27,0	5,93	0,76	22,46	0,45
57	Вологодская	21,5	4,78	0,71	23,76	4,54
8	Эстонский	26,0	5,79	0,75	18,98	0,45
10	Латвийский	25,4	5,89	0,74	23,85	1,0
4	Витебский	31,0	5,78	0,83	18,95	3,46
48	Минский	26,5	5,50	0,88	21,39	к
41	Ульяновский	18,3	2,41	0,38	13,24	8,3
11	Башкирский	24,6	6,66	1,19	28,10	1,26
15	Гродненский	26,0	7,45	0,91	29,92	0,45
1	Курский	26,2	4,73	0,58	18,33	0,03
5	Белгородский	29,1	4,55	0,69	18,20	2,16
47	Ростовский	24,1	7,79	1,21	34,02	1,57
59	Хмельницкий	23,9	5,16	0,65	22,86	2,36
55	Полтавский	26,2	6,57	0,87	25,87	0,23
7	Волгоградский	24,6	4,40	0,89	19,27	1,90
Среднее по климатипам		24,8	–	–	–	–

Таким образом, долю географической изменчивости или долю родства между климатипами можно определить, выразив межгрупповую дисперсию, как долю от общей дисперсии, через соотношение:

$$d_{\sigma} = \delta^2_{\text{м}} / (\delta^2_{\text{в}} + \delta^2_{\text{м}})$$

где  $d_{\sigma}$  – доля родства между географическими экотипами,  $\delta^2_{\text{м}}$  – межгрупповая изменчивость;  $\delta^2_{\text{в}}$  – внутригрупповая изменчивость местного климатипа.

Доля географической изменчивости в анализируемых климатипов варьирует от 0,09 у витебского климатипа (как наиболее родственного) до 0,56 у волгоградского и ленинградского. Наиболее выраженной географической наследственной составляющей характеризуются климатипы из Волгоградского (волгоградский – 0,56) Центрально-Черноземного (белгородский – 0,46), Нижнегорского (ростовский – 0,50) и Верхнедевонского (архангельский – 0,56), Северо-Западного (ленинградский – 0,56) лесосеменных районов. Высокая доля географической изменчивости свидетельствует о формировании у этих экотипов наследственных особенностей, обусловленных климатическими факторами. Исходя из полученных данных (таблица 2) можно констатировать, что у большинства экотипов под влиянием климатических условий сформировались наследственные признаки, влияющие на показатели роста, которые сохраняются при выращивании их других условиях произрастания.

**Таблица 2 – Расчет доли родства между географическими экотипами**

№ секции	Экотип	х, см	$\delta^2_{\text{р}}$	$\delta^2_{\text{м}}$	$D_{\text{г}}$	t-критерий
52	Архангельский	20,9	68,06	37,81	0,56	3,14
53	Ленинградский	21,6	19,36	-10,89	0,56	4,45
23	Томский	27,0	35,16	4,91	0,14	0,45
57	Вологодская	21,5	22,85	-7,4	0,32	4,54
8	Эстонский	26,0	33,52	3,27	0,10	0,45
10	Латвийский	25,4	34,69	4,44	0,13	1,0
4	Витебский	31,0	33,41	3,16	0,09	3,46
48	Минский	26,5	30,25	0	0	к
41	Ульяновский	18,3	33,5	3,50	0,10	8,3
11	Башкирский	24,6	44,35	14,10	0,31	1,26
15	Гродненский	26,0	55,50	25,25	0,45	0,45
1	Курский	26,2	22,37	-7,88	0,35	0,03
5	Белгородский	29,1	20,70	-9,55	0,46	2,16
47	Ростовский	24,1	60,68	30,43	0,50	1,57
59	Хмельницкий	23,9	26,62	-3,63	0,14	2,36
55	Полтавский	26,2	43,16	12,91	0,30	0,23
9	Волгоградский	26,4	19,36	-10,89	0,56	0,20

Прогнозирование эффективности отбора является основной со-

ставной частью любой селекционной работы. Эффективность селекционного отбора определяется по формуле:

$$R = SH^2$$

где R – эффективность отбора, или наследственное улучшение признака за одно поколение; S – селекционный дифференциал (различие между средней по отбираемым особям (или экотипам) и исходной популяционной средней);  $H^2$  – наследуемость селективируемого признака.

Используя коэффициент наследуемости, можно спрогнозировать эффективность массового отбора лучшего климатипа в географических культурах сосны обыкновенной по диаметру.

Для расчета коэффициента наследуемости диаметра была определена общая дисперсия по всем 17 климатипам с включением всех деревьев, входящих в их состав и средними диаметрами каждого климатипа (таблица 3). Рассчитанная таким образом дисперсия является фенотипической и составила 32,37 м<sup>2</sup>.

Долю генетической изменчивости определяли исходя из средних диаметров каждого климатипа. В данном случае генетическая изменчивость равна т.е.  $\delta^2_g = 10,14$  м<sup>2</sup>. В качестве лучшей отбираемой популяции выбран витебский климатип, который имеет наивысший средний диаметр (31,0 см).

**Таблица 3 – Расчет фенотипической и генетической изменчивости по диаметру в географических культурах сосны обыкновенной**

№ секции	Наименование климатипа	Средний диаметр (X), см	X-x	(X-x) <sup>2</sup>	$\delta^2_g$	$\delta^2_{ph}$
52	Архангельский	20,9	-3,7	13,96	–	68,06
53	Ленинградский	21,6	-3,0	9,0	–	19,36
23	Томский	27,0	3,4	11,56	–	35,16
57	Вологодская	21,5	-3,1	9,61	–	22,85
8	Эстонский	26,0	1,4	1,96	–	33,52
10	Латвийский	25,4	0,8	0,64	–	34,69
4	Витебский	31,0	6,4	40,96	–	33,41
48	Минский	26,5	1,9	3,61	–	30,25
41	Ульяновский	18,3	-6,3	39,69	–	33,50
11	Башкирский	24,6	0	0	–	44,35
15	Гродненский	26,0	1,4	1,96	–	55,50
1	Курский	26,2	1,6	2,56	–	22,37
5	Белгородский	29,1	4,5	20,25	–	20,70
47	Ростовский	24,1	-0,5	0,25	–	60,68
59	Хмельницкий	23,9	-0,7	0,49	–	26,62
55	Полтавский	26,2	1,6	2,56	–	43,16
9	Волгоградский	26,4	1,8	3,24	–	19,36
Средний диаметр (x), см		24,6	–	Σ 162,24	10,14	32,37

Расчет коэффициента наследуемости и селекционного эффекта представлен в таблице 4.

**Таблица 4 – Расчет эффективности отбора лучшего климатипа по диаметру в географических культурах сосны обыкновенной**

Средний диаметр по всем климатипам, см	Средний диаметр витебского климатипа, см	$\delta^2_{ph}$	$\delta^2_g$	$\delta^2_e$	$H^2$ ( $H^2 = \delta^2_g / \delta^2_{ph}$ )	S ( $S = D_{в} - D_{ср}$ )	R, см ( $R = SH^2$ )
24,8	31,0	32,37	10,14	22,23	0,313	6,2	1,94

Селекционный дифференциал, рассчитанный как разность между средней по отбираемому климатипу и средней по всем географическим культурам, составляет 6,2 см. Учитывая полученные данные, эффективность массового отбора сосны обыкновенной по диаметру в географических культурах составит:

$$R = 6,2 \text{ см} \times 0,313 = 1,94 \text{ см.}$$

Следовательно, только в результате однократного отбора средний диаметр насаждения сосны обыкновенной можно повысить на 7,8%.

УДК 630\*232; 630\*551.52

А.М. Потапенко, зав. лабораторией, доц., канд. с.-х. наук;

Н.В. Толкачева, доц., ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук;

А.К. Козлов, науч. сотр.

(ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель);

М.В. Кудин, зам. Директора, доц., канд. с.-х. наук

(ГПНИУ «Полесский государственный

радиационно-экологический заповедник», г. Хойники)

### **ОСОБЕННОСТИ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В ПОЛЕССКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ С УЧЕТОМ РАДИАЦИОННОГО АСПЕКТА**

После аварии на ЧАЭС в Республике Беларусь в 30-километровой зоне оказались участки лесных массивов Комаринского, Первомайского и Наровлянского лесхозов. Значительная часть радионуклидов, выпавших на эту территорию, оказалась задержанной ими (в послеаварийный период было установлено, что вследствие особенностей своего строения, леса задержали в себе в 2-10 раз больше радионуклидов при их осаждении, чем луговые, болотные и сель-



скохозяйственные экосистемы). С целью минимизация воздействия радиоактивного загрязнения на население сопредельных территорий и страны в целом в 1988 году был образован Полесский государственный радиационно-экологический заповедник (далее – Полесский заповедник).

На территории Полесского заповедника сосредоточено 30% от выпавшего на территорию Беларуси цезия-137, 73% – стронция-90, 97% – изотопов трансурановых элементов. Плотность загрязнения территории цезием-137 достигает 455 Ки/км<sup>2</sup>, стронцием-90 – 73 Ки/км<sup>2</sup>, изотопами плутония-238, 239, 240 – 3,8 Ки/км<sup>2</sup>, америцием-241 – 5,3 Ки/км<sup>2</sup>. Мощность дозы гамма-излучения достигает 200 мкЗв/час. Особенностью данной территории является то, что практически половина радиоактивных веществ выпала в составе топливных или «горячих» частиц. С течением времени под действием природных факторов эти частицы распадаются, вследствие чего происходит высвобождение цезия-137, стронция-90, изотопов плутония и америция-241. При этом возрастает вероятность вовлечения радионуклидов в биологический цикл.

Распределение радионуклидов по территории Полесского заповедника имеет неравномерный и мозаичный характер. На незначительном расстоянии плотность радиоактивного загрязнения почвы может отличаться многократно, поэтому данная территория не зонирована по средним плотностям загрязнения, а законодательно определена как зона эвакуации (отчуждения). Именно значение плотности радиоактивного загрязнения почв, остается ключевым критерием для принятия защитных мер и регламентации ведения деятельности. Исходя из этого, следует учитывать, что чем выше уровень плотности загрязнения почвы, тем больше себестоимость получаемой продукции.

В основу зонирования загрязненного радионуклидами лесного фонда Полесского заповедника положено существующее зонирование территорий, попавших в зону влияния аварийных выбросов ЧАЭС, в соответствии с Законом Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС» [1]. В зависимости от плотности радиоактивного загрязнения почвы на территории Полесского заповедника выделяется 4 зоны радиоактивного загрязнения.

Объектом радиационного обследования земель лесного фонда является таксационный выдел, на котором планируется проведение различных видов деятельности.

В настоящее время для Полесского заповедника необходима переоценка порядка проведения лесохозяйственных мероприятий с учетом особенностей радиоактивного загрязнения его территории, заключающихся в существенных концентрациях, как трансурановых элементов, так и стронция-90. Данные особенности радиоактивного загрязнения его территории не закреплены в нормативно-правовых документах, на что указывает требование п.2 Правил [2]: «в отношении Полесского заповедника может быть установлено иное с учетом специфики радиоактивного загрязнения».

На территории Полесского заповедника согласно действующему Законодательству в области лесного хозяйства разрешено проведение рубок главного пользования, рубок промежуточного пользования и прочих рубок, в заповедной зоне – прочих рубок.

В соответствии с лесоустроительным проектом [3] общий объем древесины, возможный к заготовке при проведении рубок, допустимых на территории заповедника, только в 2021 году составлял 145,9 тыс. м<sup>3</sup> ликвидной древесины, в том числе деловой – 35,7 тыс. м<sup>3</sup>. Основной объем заготовки древесины приходится на сплошные санитарные рубки в усыхающих хвойных насаждениях, составляющий 1210 га с вырубаемым запасом 104,8 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе деловой – 19,2 тыс. м<sup>3</sup>.

Начиная с 2022 года, общий объем, проектируемый к заготовке древесины при проведении рубок промежуточного пользования и прочих рубок, составил около 41 тыс. м<sup>3</sup> ликвидной древесины, в том числе деловой – 16,5 тыс. м<sup>3</sup>.

В связи с высоким загрязнением почв стронцием-90 существует проблема радиоактивного загрязнения им дровяной древесины, заготовленной на территории Полесского заповедника. В Беларуси содержание данного радионуклида в древесине, продукции из древесины и древесных материалов и прочей непищевой продукции лесного хозяйства не нормируется. Значительная доля проб дровяной древесины, характеризуется содержанием стронция-90, превышающим установленные допустимые уровни содержания цезия-137 и стронция-90 в продукции лесного хозяйства России (Санитарные правила – СП 2.6.1.759-99). Это подтверждает точку зрения, согласно которой в ближней зоне Чернобыльских выпадений, загрязненной преимущественно диспергированными частицами ядерного топлива, в настоящее время происходит разрушение топливных частиц.

В результате этого процесса радионуклиды, входящие в топливную матрицу, в частности стронций-90, переходят в мобильную форму, что способствует интенсификации его переноса в растительность.

Актуальность проблемы нормирования содержания стронция-90 в топливной древесине подтверждается результатами анализа печной золы, отобранной на территории Полесского заповедника. В Приложении 4 к Гигиеническому нормативу «Критерии оценки радиационного воздействия» приводятся уровни изъятия для цезия-137 и стронция-90, составляющие 10 000 и 100 000 Бк/кг, соответственно.

Если при известном радионуклидном составе сумма отношений удельных активностей радионуклидов к соответствующим уровням изъятия и освобождения от контроля превышает 1, то объект, загрязненный несколькими радионуклидами, идентифицируется как твердые радиоактивные отходы. От 91 до 94% проанализированных ежегодно проб золы характеризуются суммой отношений удельных активностей радионуклидов к соответствующим уровням изъятия и освобождения от контроля, превышающей 1. Таким образом, можно утверждать, что данная зола представляет собой твердые радиоактивные отходы.

Следует отметить, что при условии содержания цезия-137 в древесине, не превышающего 740 Бк/кг, не гарантируется наличия аналогичного низкого содержания стронция-90. Доля проб топливной древесины, не соответствующих российским уровням содержания стронция-90 (370 Бк/кг), из общего числа проб, в период с 2010 по 2022 гг. изменялась от 32,4 до 60,3%. При рассмотрении украинского норматива (60 Бк/кг) в топливной древесине доля проб с превышением норматива изменялась в интервале 93–99%.

Таким образом, использование дровяной древесины на топливо нецелесообразно, поскольку при её сжигании образуются радиоактивные отходы, требующие специального обращения (сжигание топливной древесины, приводит к образованию зольных отходов, существенная доля которых представляет собой радиоактивные отходы по  $^{90}\text{Sr}$  (13%) и по  $^{137}\text{Cs}$  (80%)).

Годовая дозовая нагрузка рабочего персонала при эксплуатации леса на территории Полесского заповедника с приведенной плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  будет несоизмерима с нагрузкой на аналогичных площадях без загрязнения почвы плутонием и америцием.

В настоящее время необходимо изменить подход лесопользования в Полесском заповеднике:

- установление контрольного или допустимого уровня содержания стронция-90 в древесном топливе;
- заготовка древесины при проведении рубок главного и промежуточного пользования преимущественно механизированным способом;

– в целях минимизации нарушения напочвенного покрова и верхнего слоя почвы трелевка древесины должна осуществляться в погруженном состоянии;

– дрова с содержанием цезия-137, превышающим допустимый уровень, должны складироваться и оставляться на лесосеках или измельчаться и равномерно распределяться;

– дрова, с содержанием цезия-137, не превышающим допустимый уровень, заготовленные в III зоне радиоактивного загрязнения, могут использоваться для обеспечения потребностей только Полесского заповедника;

– запрещение использования порубочных остатков и их сжигание во всех зонах радиоактивного загрязнения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС: Закон Республики Беларусь, 26 мая 2012 г., № 385-З // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2012. – № 63. – 2/1937.

2 Правила ведения лесного хозяйства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Утверждены постановлением Министерства лесного хозяйства Республики Беларусь от 27 декабря 2016 г. № 86 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2017. – № 158. – 8/31754.

3 Проект организации и ведения лесного хозяйства Учреждения «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник» МЧС РБ на 2013-2022 гг. Т.1. Пояснительная записка. – Гомель, 2012. – 259 с.

УДК 630\*232.329.9

А.В. Потапова, нач. науч.-исслед. отдела;  
А.А. Домасевич, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук;  
Е.А. Вишневецкая, мл. науч. сотр.  
(РЛССЦ, г. Минск)

#### **БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА КЛЕНА ОСТРОЛИСТНОГО ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА НА БАЗЕ УЧРЕЖДЕНИЯ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКИЙ ЦЕНТР»**

Весной 2023 года в рамках закладки научных опытов семена клена остролистного были высеяны в закрытом грунте и в кассеты «Plantek» F35 по следующим вариантам опытов:

1) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с

ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород без внекорневых подкормок (контроль);

2) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Кристалон» в концентрации 0,15%;

3) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Кристалон» в концентрации 0,2%;

4) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Акварин» в концентрации 0,15%;

5) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Акварин» в концентрации 0,2%;

6) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Бона Форте» в концентрации 3,3 мл/л;

7) субстрат торфяно-перлитный для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Кристалон» в концентрации 0,15%;

8) субстрат торфяно-перлитный для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Кристалон» в концентрации 0,2%;

9) субстрат торфяно-перлитный для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Акварин» в концентрации 0,15%;

10) субстрат торфяно-перлитный для выращивания посадочного

материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Акварин» в концентрации 0,2%;

11) субстрат торфяно-перлитный для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Бона Форте» в концентрации 3,3 мл/л;

12) торф верховой фрезерной заготовки с содержанием 5% агроверлита с добавлением удобрения пролонгированного действия «Осмокот Экзакт Мини, 5-6 м» 3 кг/м<sup>3</sup>;

13) торф верховой фрезерной заготовки с содержанием 5% агроверлита с добавлением удобрения пролонгированного действия «Сила природы» 3 кг/м<sup>3</sup>;

14) торф верховой фрезерной заготовки с содержанием 5% агроверлита с добавлением удобрения пролонгированного действия «Фертика Универсал-2» 3 кг/м<sup>3</sup>.

Внекорневые подкормки проводили с периодичностью раз в неделю. Первая подкормка проводилась после появления массовых всходов в фазе распускания зародышевой почки комплексными водорастворимыми удобрениями «Кристалон желтый» (NPK 13:40:13), «Акварин 13» (NPK 13:41:13) и жидким удобрением «Бона Форте» (NPK 9:5:6).

Последующие обработки проводились удобрениями: «Кристалон голубой» (NPK 19:6:20), «Кристалон особый» (NPK 18:18:18), «Акварин 5» (NPK 18:18:18), «Бона Форте» (NPK 9:5:6).

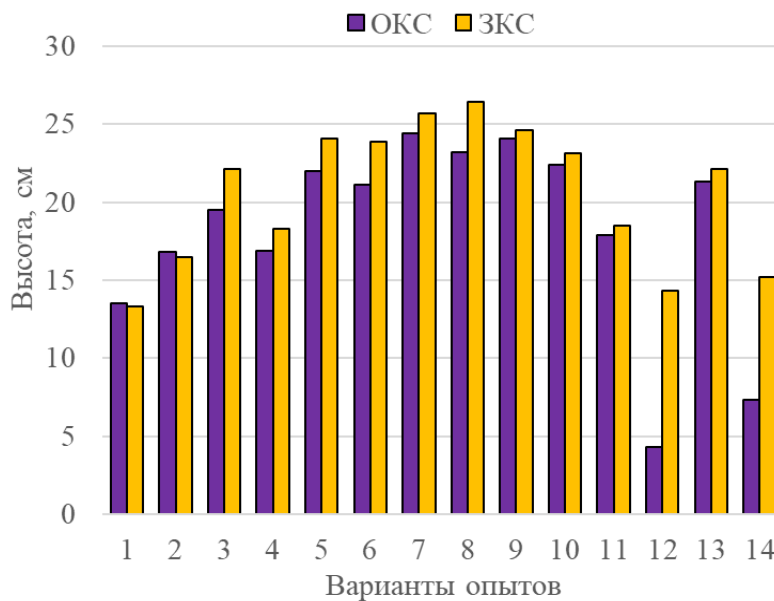
Начиная с третьей декады августа проводили обработки сеянцев удобрениями «Кристалон красный» (NPK 12:12:36), «Кристалон коричневый» (NPK 3:11:38) и «Акварин 15» (NPK 3:11:38), «Бона Форте» (NPK 9:5:6).

Ежедневно по мере необходимости осуществлялся полив посевов. Температура в теплице поддерживалась на уровне +24–26°C, влажность воздуха – 65–70%.

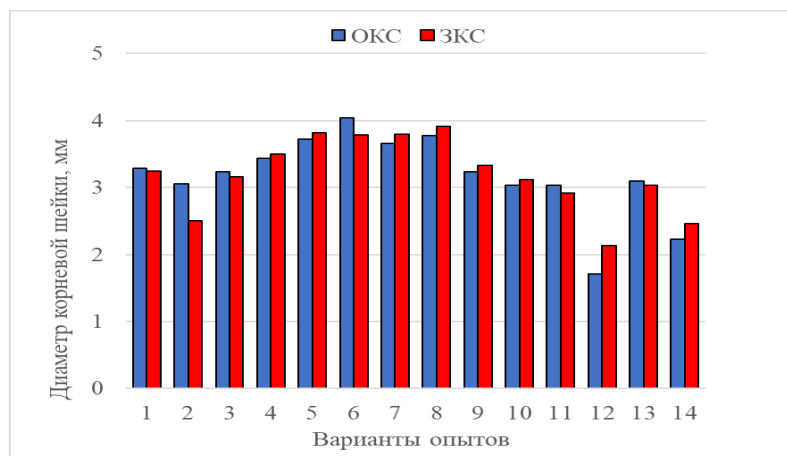
Осенью 2023 года были произведены инструментальные замеры биометрических параметров растений: средней высоты и среднего диаметра стволика у корневой шейки.

Высоту надземной части измеряли линейкой вдоль оси стволика от корневой шейки до основания почки центрального побега (рисунок 1).

Толщину стволика у корневой шейки измеряли при помощи электронного штангенциркуля (рисунок 2).



**Рисунок 1 – Средняя высота посадочного материала клена остролистного с открытой и закрытой корневой системой выращенного в условиях закрытого грунта**



**Рисунок 2 – Диаметр корневой шейки посадочного материала клена остролистного с открытой и закрытой корневой системой выращенного в условиях закрытого грунта**

Проведенные опыты показывают, что использование субстрата торфяно-перлитного для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ в сочетании с проведением последовательных внекорневых подкормок в течение вегетационного сезона удобрением «Кристалон» в концентрации 0,15–0,20% является наиболее эффективным при выращивании посадочного материала клена остролистного с открытой и закрытой корневой системой в условиях закрытого грунта.

А.В. Потапова, нач. науч.-исслед. отдела;  
А.А. Домасевич, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.;  
Е.А. Вишневецкая, мл. науч. сотр.  
(РЛССЦ, г. Минск)

## **ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОДНОЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ**

Весной 2023 года на базе Учреждения «Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр» были заложены опыты по выращиванию сеянцев с ясеня обыкновенного с закрытой корневой системой:

1) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Кристалон» в концентрации 0,20%;

2) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Бона Форте» в концентрации 3,3 мл/л;

3) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с добавлением доломитовой муки 3 кг/м<sup>3</sup>;

4) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с добавлением доломитовой муки 3 кг/м<sup>3</sup> с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Кристалон» в концентрации 0,15%;

5) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с добавлением доломитовой муки 3 кг/м<sup>3</sup> с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Акварин» в концентрации 0,15%;

6) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Техни-



ческие условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с добавлением доломитовой муки  $3 \text{ кг/м}^3$  с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Акварин» в концентрации 0,20%;

7) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с добавлением доломитовой муки  $3 \text{ кг/м}^3$  с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Бона Форте» в концентрации 3,3 мл/л;

8) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с добавлением удобрения «КМУС-1»  $1,2 \text{ кг/м}^3$  с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Кристалон» в концентрации 0,15%;

9) торф верховой фрезерной заготовки ( $\text{pH}_{\text{КСI}} 2,8-4,0$ ) с добавлением доломитовой муки  $3 \text{ кг/м}^3$  и удобрения пролонгированного действия «Осмокот Экзакт Мини, 5-6 м»  $3 \text{ кг/м}^3$ ;

10) торф верховой фрезерной заготовки ( $\text{pH}_{\text{КСI}} 2,8-4,0$ ) с добавлением удобрения «КМУС-1»  $0,8 \text{ кг/м}^3$  с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Акварин» в концентрации 0,20%;

11) торф верховой фрезерной заготовки ( $\text{pH}_{\text{КСI}} 2,8-4,0$ ) с добавлением удобрения «КМУС-1»  $1,2 \text{ кг/м}^3$  с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Кристалон» в концентрации 0,15%.

Субстратом для выращивания сеянцев заполнялись кассеты «Plantek» F35 и высевались семена 2 класса качества. Кассеты размещались в теплице. По мере необходимости осуществлялся полив посевов. Температура в теплице поддерживалась на уровне  $+24-26^\circ\text{C}$ , влажность воздуха – 65–70%. В период прорастания семян теплицу проветривали минимально. После появления всходов в жаркие дни теплицу проветривали с таким расчетом, чтобы влажность воздуха не снижалась менее 60%.

Внекорневые подкормки проводили с периодичностью раз в неделю, марки удобрения «Кристалон» менялись в зависимости от фазы вегетации в следующей последовательности: «Кристалон желтый», «Кристалон голубой», «Кристалон особый», «Кристалон красный», «Кристалон коричневый». Марки удобрения «Акварин» применяли в следующей последовательности: «Акварин 13», «Акварин 5», «Акварин 15».

В сентябре 2023 года были произведены инструментальные измерения биометрических параметров растений: средней высоты и среднего диаметра стволика у корневой шейки. Высоту надземной части измеряли линейкой вдоль оси стволика от корневой шейки до основания почки центрального побега. Толщину стволика у корневой шейки измеряли при помощи электронного штангенциркуля.

Результаты измерений биометрических показателей сеянцев ясеня обыкновенного, выращенного по вариантам опытов с закрытой корневой системой представлены в таблице.

**Таблица – Биометрические параметры сеянцев ясеня обыкновенного с закрытой корневой системой**

Вариант опыта	Средняя высота, см	Средний диаметр у корневой шейки, мм
1	16,6±0,1	4,82±0,02
2	6,0±0,1	2,96±0,01
3	4,1±0,1	1,12±0,01
4	7,6±0,1	3,23±0,02
5	8,8±0,4	3,78±0,16
6	10,0±0,4	4,17±0,05
7	10,2±0,2	4,51±0,03
8	9,0±0,1	4,35±0,04
9	15,8±0,2	4,77±0,03
10	8,7±0,2	4,31±0,03
11	7,3±0,1	3,83±0,03

Анализируя результаты инструментальных измерений сеянцев ясеня обыкновенного (рисунок), выращенных на субстрате торфяно-перлитном в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные.

Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород приходим к выводу, что наилучшими биометрическими показателями обладает посадочный материал, выращенный с применением последовательных обработок удобрением «Кристалон» в концентрации 0,20% (средний диаметр стволика у корневой шейки 4,82 мм, средняя высота 16,62 см). Данный вариант опыта является единственным, при котором сеянцы достигли своих стандартных показателей (высота надземной части должна составлять не менее 15 см).

При выращивании на субстрате, где взят за основу не нейтрализованный торф верховой, сеянцы достигли своих стандартных показателей в варианте с добавлением доломитовой муки 3 кг/м<sup>3</sup> и удобрения пролонгированного действия «Осмокот Экзакт Мини» в дозировке 3 кг/м<sup>3</sup>.



**Рисунок – Однолетние сеянцы ясеня обыкновенного с закрытой корневой системой**

На основании полученных данных, можно сделать вывод, что использование субстрата торфяно-перлитного в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные.

Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород в сочетании с проведением последовательных обработок удобрением «Кристалон» в концентрации 0,2% либо применение торфа верхового с добавлением доломитовой муки в концентрации 3кг/м<sup>3</sup> и пролонгированного удобрения «Осмокот Экзакт Мини, 5-6 м» в концентрации 3 кг/м<sup>3</sup> является наиболее эффективным при выращивании посадочного материала ясеня обыкновенного с закрытой корневой системой в течение одного вегетационного сезона.

А.В. Потапова, нач. науч.-исслед. отдела;  
А.А. Домасевич, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук;  
Е.А. Вишневецкая, мл. науч. сотр.  
(РЛССЦ, г. Минск)

**ВЫРАЩИВАНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ОЛЬХИ  
ЧЕРНОЙ С ОТКРЫТОЙ И ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ  
СИСТЕМОЙ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА НА БАЗЕ  
УЧРЕЖДЕНИЯ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЛЕСНОЙ  
СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКИЙ ЦЕНТР»**

Для закладки научных опытов весной 2023 года семена ольхи черной были высеяны в закрытом грунте и в кассеты «Plantek» F35 по следующим вариантам опытов:

1) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород без внекорневых подкормок (контроль);

2) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Кристалон» в концентрации 0,15%;

3) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Кристалон» в концентрации 0,2%;

4) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Акварин» в концентрации 0,15%;

5) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Акварин» в концентрации 0,2%;

6) субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород с последующими внекорневыми подкормками удобрением

«Бона Форте» в концентрации 3,3 мл/л;

7) субстрат торфяно-перлитный для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Кристалон» в концентрации 0,15%;

8) субстрат торфяно-перлитный для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Кристалон» в концентрации 0,2%;

9) субстрат торфяно-перлитный для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Акварин» в концентрации 0,15%;

10) субстрат торфяно-перлитный для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Акварин» в концентрации 0,2%;

11) субстрат торфяно-перлитный для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ с последующими внекорневыми подкормками удобрением «Бона Форте» в концентрации 3,3 мл/л;

12) торф верховой фрезерной заготовки с содержанием 5% агроперлита с добавлением удобрения пролонгированного действия «Осмокот Экзакт Мини, 5-6 м» 3 кг/м<sup>3</sup>;

13) торф верховой фрезерной заготовки с содержанием 5% агроперлита с добавлением удобрения пролонгированного действия «Сила природы» 3 кг/м<sup>3</sup>;

14) торф верховой фрезерной заготовки с содержанием 5% агроперлита с добавлением удобрения пролонгированного действия «Фертика Универсал-2» 3 кг/м<sup>3</sup>.

В вариантах опыта, где при приготовлении субстрата были использованы удобрения пролонгированного действия, подкормки в течение вегетационного сезона не проводились.

Внекорневые подкормки проводили с периодичностью раз в неделю. Первая подкормка проводилась после появления массовых всходов в фазе распускания зародышевой почки комплексными водорастворимыми удобрениями «Кристалон желтый» (NPK 13:40:13), «Акварин 13» (NPK 13:41:13) и жидким удобрением «Бона Форте» (NPK 9:5:6).

Последующие обработки проводились удобрениями: «Кристалон голубой» (NPK 19:6:20), «Кристалон особый» (NPK 18:18:18),

«Акварин 5» (NPK 18:18:18), «Бона Форте» (NPK 9:5:6).

Начиная с третьей декады августа проводили обработки семян удобрением «Кристалон красный» (NPK 12:12:36), «Кристалон коричневый» (NPK 3:11:38) и «Акварин 15» (NPK 3:11:38), «Бона Форте» (NPK 9:5:6).

Ежедневно по мере необходимости осуществлялся полив посевов. Температура в теплице поддерживалась на уровне +24–26°C, влажность воздуха – 65–70%.

В сентябре 2023 года были произведены инструментальные замеры биометрических параметров растений: средней высоты и среднего диаметра стволика у корневой шейки. Высоту надземной части измеряли линейкой вдоль оси стволика от корневой шейки до основания почки центрального побега (рисунок 1).

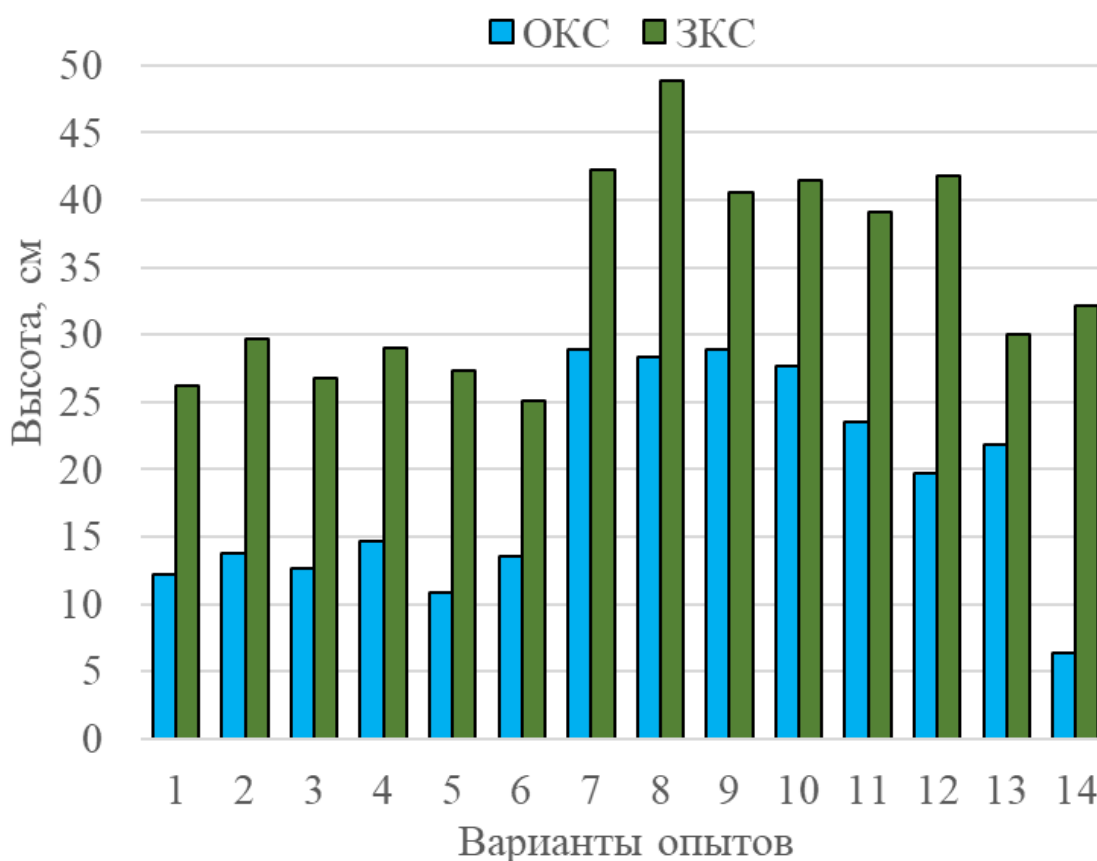
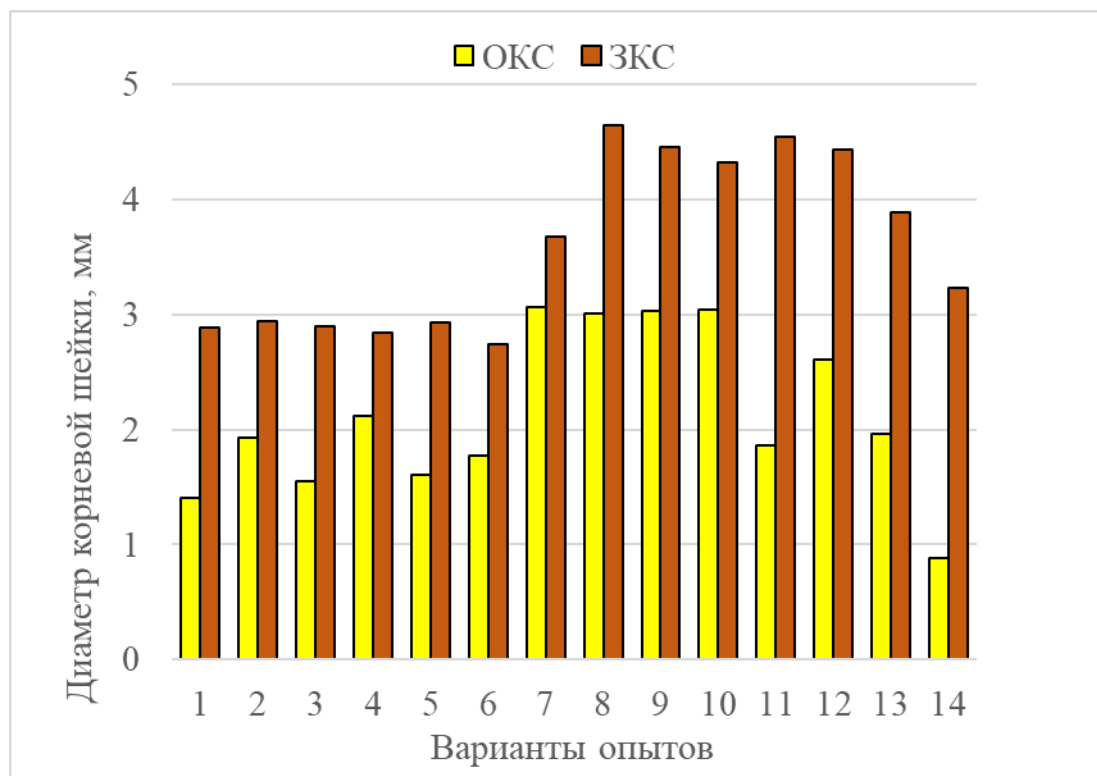


Рисунок 1 – Средняя высота однолетних сеянцев ольхи черной с открытой и закрытой корневой системой выращенных в условиях закрытого грунта

Толщину стволика у корневой шейки измеряли при помощи электронного штангенциркуля (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Диаметр корневой шейки однолетних сеянцев ольхи черной с открытой и закрытой корневой системой выращенных в условиях закрытого грунта**

На основании полученных результатов, можно сделать вывод, что использование субстрата торфяно-перлитного для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ в сочетании с проведением последовательных обработок удобрениями «Акварин» в концентрации 0,15% либо «Кристалон» в концентрации 0,15% является наиболее эффективным при выращивании посадочного материала ольхи черной в условиях закрытого грунта с открытой корневой системой, а использование субстрата торфяно-перлитного для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ в сочетании с проведением последовательных обработок удобрением «Кристалон» в концентрации 0,2% является наиболее эффективным при выращивании посадочного материала ольхи черной с закрытой корневой системой.

А.В. Потапова, нач. науч.-исслед. отдела;  
А.А. Домасевич, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук;  
Е.А. Вишневецкая, мл. науч. сотр.  
(РЛССЦ, г. Минск)

## **ВЫРАЩИВАНИЕ СЕЯНЦЕВ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА С ОТКРЫТОЙ И ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ НА БАЗЕ УЧРЕЖДЕНИЯ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКИЙ ЦЕНТР»**

Для закладки научных опытов весной 2023 года желуди дуба черешчатого были высеяны в закрытом грунте и в кассеты «Plantek» F35 по 14 вариантам опытов.

Для вариантов 1–6 был использован субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород, для вариантов 7–11 – субстрат торфяно-перлитный для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ, для вариантов 12–14 – торф верховой фрезерной заготовки с  $pH_{КС1}$  2,8–4,0 с содержанием 5% агроперлита и добавлением удобрений пролонгированного действия с дозой внесения 3 кг/м<sup>3</sup>. В 12 варианте добавляли «Осмокот Экзакт Мини, 5-6 м», в 13 варианте – «Сила природы», в 14 варианте – «Фертика Универсал-2».

В вариантах 2, 3 и 7, 8 внекорневые подкормки проводились удобрением «Кристалон» с концентрацией 0,15–0,2%, в вариантах 4, 5 и 9, 10 – «Акварин» с концентрацией 0,15–0,2%, в вариантах 6, 11 – «Бона Форте» с концентрацией 3,3 мл/л. В вариантах 1, 12–14 внекорневые подкормки не проводились.

Внекорневые подкормки проводили с периодичностью раз в неделю. Марки удобрения «Кристалон» менялись в зависимости от фазы вегетации в следующей последовательности: «Кристалон желтый», «Кристалон голубой», «Кристалон особый», «Кристалон красный», «Кристалон коричневый». Последовательность применения марок удобрения «Акварин» следующая: «Акварин 13», «Акварин 5», «Акварин 15».

Основные работы по уходу заключались в поддержании оптимальной температуры в теплице и регулярном поливе. Ежедневно по мере необходимости осуществлялся полив посевов. Температура в теплице поддерживалась на уровне +24–26°C, влажность воздуха – 65–70%. В период прорастания семян теплицу проветривали мини-



мально. После появления всходов в жаркие дни теплицу проветривали с таким расчетом, чтобы влажность воздуха не снижалась менее 60%.

В сентябре 2023 года были произведены инструментальные замеры биометрических параметров растений (рисунок): средней высоты и среднего диаметра стволика у корневой шейки. Высоту надземной части измеряли линейкой вдоль оси стволика от корневой шейки до основания почки центрального побега. Толщину стволика у корневой шейки измеряли при помощи электронного штангенциркуля (таблица).



**Рисунок – Однолетние сеянцы дуба черешчатого выращенный в условиях закрытого грунта с ОКС и ЗКС**

**Таблица – Биометрические параметры сеянцев дуба черешчатого, выращенных в закрытом грунте с открытой и закрытой корневой системой**

Вариант опыта	Сеянцы с ОКС		Сеянцы с ЗКС	
	Средние			
	высота, см	диаметр, мм	высота, см	диаметр, мм
1	19,0±0,2	3,17±0,01	13,4±0,2	4,74±0,02
2	20,3±0,4	3,16±0,01	23,0±0,1	4,85±0,02
3	19,6±0,2	3,13±0,03	24,8±0,2	5,22±0,08
4	16,4±0,2	3,01±0,05	21,6±0,2	5,07±0,02
5	19,8±0,2	3,06±0,04	24,6±0,3	5,11±0,05
6	17,6±0,1	3,27±0,03	22,0±0,2	5,07±0,06
7	24,3±0,4	3,16±0,01	30,0±0,5	5,00±0,06
8	25,3±0,1	3,35±0,03	34,0±0,4	5,25±0,05
9	24,2±0,2	3,00±0,02	26,7±0,3	5,67±0,06
10	22,9±0,2	3,29±0,02	34,8±0,4	5,80±0,05
11	23,3±0,2	3,05±0,05	29,6±0,4	5,79±0,07
12	22,2±0,3	3,23±0,03	20,9±0,2	4,56±0,05
13	25,0±0,1	3,00±0,01	29,0±0,3	5,09±0,06
14	22,0±0,2	3,74±0,04	25,2±0,2	4,09±0,03

Анализируя результаты инструментальных замеров сеянцев дуба черешчатого, выращенных в условиях закрытого грунта на субстрате торфяно-перлитном в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала листовенных пород приходим к выводу, что наилучшими биометрическими показателями обладает посадочный материал среди вариантов опытов:

– с ОКС выращенный с применением внекорневых подкормок удобрением «Кристалон» с концентрации 0,15% (средний диаметр стволика у корневой шейки 3,16 мм, средняя высота 20,3 см),

– с ЗКС выращенный с применением внекорневых подкормок удобрением «Кристалон» в концентрации 0,2% (средний диаметр стволика у корневой шейки 5,22 мм, средняя высота сеянцев – 24,8 см).

Измерения сеянцев дуба черешчатого, выращенных на субстрате торфяно-перлитном для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ показывают, что наилучшими биометрическими показателями обладает посадочный материал среди вариантов опытов:

– с ОКС выращенный с применением внекорневых подкормок удобрением «Кристалон» в концентрации 0,2% (средний диаметр стволика у корневой шейки 3,35 мм, средняя высота 25,3 см),

– с ЗКС выращенный с применением внекорневых подкормок удобрением «Акварин» в концентрации 0,2% (средний диаметр стволика у корневой шейки 5,80 мм, средняя высота 34,8 см).

Проанализировав результаты измерений сеянцев дуба черешчатого, выращенных на торфе верховом с добавлением удобрений пролонгированного действия, можно сделать вывод, что наилучшими биометрическими показателями обладает посадочный материал среди вариантов опытов:

– с ОКС выращенный на субстрате, приготовленном из верхового торфа с содержанием 5% агроперлита и добавлением удобрения пролонгированного действия «Сила природы» 3 кг/м<sup>3</sup> (средний диаметр стволика у корневой шейки 3,00 мм, средняя высота 25,0 см),

– с ЗКС выращенный на субстрате, приготовленном из верхового торфа с добавлением удобрения пролонгированного действия «Сила природы» 3 кг/м<sup>3</sup> (средний диаметр стволика у корневой шейки 5,09 мм, средняя высота сеянцев – 29,0 см).

А.В. Потапова, нач. науч.-исслед. отдела;  
А.А. Домасевич, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук;  
Е.А. Вишневецкая, мл. науч. сотр.  
(РЛССЦ, г. Минск)

## ПОДГОТОВКА СЕМЯН ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ К ПОСЕВУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ХИМИЧЕСКОЙ СКАРИФИКАЦИИ

Полностью созревшие семена липы мелколистной обладают глубоким семенным покоем: они прорастают только на второй год после созревания, или еще позже. Причиной такого покоя является твердая непроницаемая для воды оболочка семян. Поэтому перед посевом рекомендуется провести тепло-холодную стратификацию семян в субстрате.

Длительную тепловую фазу при  $+20-25^{\circ}\text{C}$  можно полностью исключить, заменив ее химической скарификацией, с последующей холодной фазой стратификации в субстрате или без него.

Таким образом, вместо нескольких месяцев тепло-холодной стратификации, химическая скарификация длится несколько минут, после чего следует только холодная фаза в течение 12–16 недель (рисунок 1).

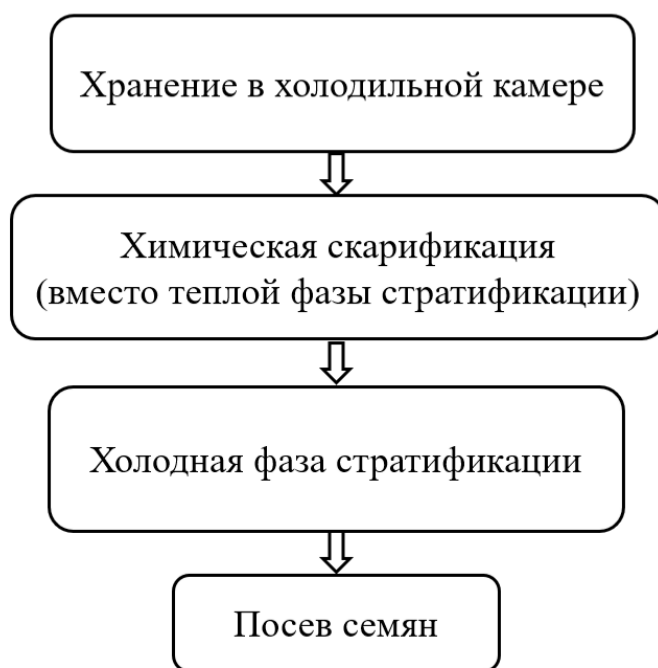


Рисунок 1 – Подготовка к посеву семян липы мелколистной с применением химической скарификации

Химическая скарификация – частичное нарушение целостности твердых (плотных) оболочек семян кислотами, в результате чего обо-

лочка семени становится воздухо- и водонепроницаемой. При химической скарификации фактором, устраняющим непроницаемость семенной кожуры, является химическое соединение, обладающее сильными свойствами воздействия на органический материал семенной кожуры.

Для проведения опытов в качестве химических реагентов использовалась серная кислота, азотная кислота и семена липы мелколистной (масса навески семян для каждого варианта – 30 г), I класса качества, заготовленные в ГЛХУ «Барановичский лесхоз», которые до постановки эксперимента хранились в холодильной камере при температуре  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  (таблица).

**Таблица – Проведение химической скарификации семян липы мелколистной в феврале 2023 года**

Варианты	Реактив	Концентрация, %	Соотношение (семена:реагент)	Время обработки
1 (контроль)	H <sub>2</sub> O	–	1:2	24 часа
2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	93,6	1:2	8 минут
3	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	93,6	1:2	10 минут
4	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	93,6	1:2	12 минут
5	HNO <sub>3</sub>	67,0	1:2	15 минут
6	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3,0	1:2	12 часов
7	HNO <sub>3</sub>	67,0	1:1	5 минут
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	93,6	1:1	5 минут
8	HNO <sub>3</sub>	67,0	1:2	2,5 часа
9	HNO <sub>3</sub>	67,0	1:2	2 часа
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	93,6	1:2	
10	HNO <sub>3</sub>	67,0	1:2	3 минуты
	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	93,6	1:2	3 минуты
11	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	60,0	1:2	20 минут

В связи с тем, что процесс химической скарификации семян липы мелколистной с использованием агрессивных кислот сопряжен с высоким риском получения химических ожогов и химических отравлений, необходимо строгое соблюдение правил техники безопасности при работе с кислотами в соответствии с действующим законодательством по охране труда.

Категорически запрещается проводить химическую скарификацию в необорудованном в установленном порядке помещении, кроме этого, работники, осуществляющие данный процесс в обязательном порядке, должны быть обеспечены комплектом СИЗ, оборудованием и приборами, отвечающим всем установленным требованиям техники безопасности при проведении данных работ (рисунок 2).

В процессе замачивания в кислоте семена постоянно перемешивались, для предотвращения их слипания. После того, как завершилось время экспозиции варианта, семена перетирались на сите под напором проточной воды, с целью отделения остатков семенной кожуры.



**Рисунок 2 – Проведение опытов по химической скарификации семян липы мелколистной**

Очищенные семена замачивались в большом количестве воды на период 15–20 часов, затем удалялся плавающий на поверхности мусор (примеси) и проверялось рН воды. Если значение рН воды составляло ниже 5,0, семена снова замачивались в свежей пресной воде.

Для прохождения холодной фазы стратификации, семена помещались в пластиковые емкости вперемешку с влажным песчаным субстратом в соотношении 1:3. Емкости закладывались на хранение в холодильные камеры с температурным режимом  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  на период от 12 до 16 недель.

Перед высевом, по завершению периода прохождения холодной фазы стратификации, семена извлекались из пластиковых емкостей и подвергались тщательному промыванию в проточной воде.

Наиболее эффективными способами химической скарификации липы мелколистной оказались варианты с обработкой семян в течение 10 минут концентрированной серной кислотой (93,6%) в соотношении по объему 1:2 и с обработкой семян в течение 3 минут азотной кислотой (67%) в соотношении по объему 1:2, с последующей обработкой семян в течение 3 минут серной кислотой (93,6%) в соотношении по объему 1:2.

А.В. Потапова, нач. науч.-исслед. отдела;  
А.А. Домасевич, ст. науч. сотр., канд. с.-х. наук;  
Е.А. Вишневецкая, мл. науч. сотр.  
(РЛССЦ, г. Минск)

## **РОСТ ОДНОЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА НА БАЗЕ УЧРЕЖДЕНИЯ «РЕСПУБЛИКАНСКИЙ ЛЕСНОЙ СЕЛЕКЦИОННО- СЕМЕНОВОДЧЕСКИЙ ЦЕНТР»**

Весной 2023 года семена березы повислой были высеяны в субстрат, размещенный в теплице слоем 15–20 см и в кассетах «Plantek» F35 по 14 вариантам опытов.

Для вариантов 1–6 был использован субстрат торфяно-перлитный в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород, для вариантов 7–11 – субстрат торфяно-перлитный для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ, для вариантов 12–14 – торф верховой фрезерной заготовки с  $pH_{KCl}$  2,8–4,0 с содержанием 5% агроперлита и добавлением удобрений пролонгированного действия с дозой внесения 3 кг/м<sup>3</sup>. В 12 варианте добавили «Осмокот Экзакт Мини, 5-6 м», в 13 варианте – «Сила природы», в 14 варианте – «Фертика Универсал-2».

В вариантах 2, 3 и 7, 8 внекорневые подкормки проводились удобрением «Кристалон» в концентрациях 0,15–0,2%, в вариантах 4, 5 и 9, 10 – «Акварин» в концентрациях 0,15–0,2%, в вариантах 6, 11 – «Бона Форте» в концентрации 3,3 мл/л. В вариантах 1, 12–14 внекорневые подкормки не проводились.

Внекорневые подкормки проводили с периодичностью раз в неделю, марки удобрения «Кристалон» менялись в зависимости от фазы вегетации в следующей последовательности: «Кристалон желтый», «Кристалон голубой», «Кристалон особый», «Кристалон красный», «Кристалон коричневый». Марки удобрения «Акварин» применяли в следующей последовательности: «Акварин 13», «Акварин 5», «Акварин 15».

По мере необходимости осуществлялся полив посевов. Температура в теплице поддерживалась на уровне +24–26°C, влажность воздуха – 65–70%. В период прорастания семян теплицу проветривали минимально. После появления всходов в жаркие дни теплицу проветривали с таким расчетом, чтобы влажность воздуха не снижалась менее 60% (рисунок).



**Рисунок – Сеянцы березы повислой выращиваемые в условиях закрытого грунта с ОКС и ЗКС**

В сентябре 2023 года были произведены инструментальные измерения биометрических параметров растений: средней высоты и среднего диаметра стволика у корневой шейки. Высоту надземной части измеряли линейкой вдоль оси стволика от корневой шейки до основания почки центрального побега. Толщину стволика у корневой шейки измеряли при помощи электронного штангенциркуля (таблица).

**Таблица – Биометрические параметры сеянцев березы повислой, выращенных в закрытом грунте с открытой и закрытой корневой системой**

Вариант опыта	Сеянцы с ОКС		Сеянцы с ЗКС	
	Средние			
	высота, см	диаметр, мм	высота, см	диаметр, мм
1	2,8±0,1	0,73±0,01	4,8±0,1	0,75±0,01
2	13,0±0,2	1,57±0,02	23,2±0,2	1,88±0,02
3	14,8±0,1	1,83±0,02	30,7±0,3	2,64±0,04
4	15,5±0,3	1,97±0,01	30,1±0,2	2,21±0,03
5	15,8±0,2	1,99±0,03	28,2±0,2	2,63±0,02
6	9,5±0,1	1,37±0,01	32,4±0,5	2,98±0,03
7	34,4±0,4	2,82±0,04	46,2±0,6	4,03±0,06
8	50,2±0,4	4,04±0,05	51,3±0,5	4,02±0,04
9	46,2±0,6	3,16±0,03	47,4±0,6	4,23±0,05
10	40,0±0,6	3,11±0,03	56,1±0,8	4,78±0,06
11	42,1±0,7	3,11±0,05	53,8±0,8	4,36±0,05
12	32,2±0,3	2,38±0,04	57,7±0,5	4,85±0,02
13	26,0 ±0,2	2,06±0,02	27,4±0,3	3,54±0,02
14	11,9±0,1	1,70±0,02	33,7±0,2	3,57±0,03

Наилучшими биометрическими показателями обладают сеянцы березы повислой выращенные в теплице на субстрате торфяно-перлитном в соответствии с ТУ ВУ 100061961.002-2015 «Субстраты торфяно-перлитные. Технические условия» для выращивания посадочного материала лиственных пород:

- с открытой корневой системой в варианте с применением внекорневых подкормок удобрением «Акварин» в концентрации 0,2% (средний диаметр стволика у корневой шейки 1,99 мм, средняя высота 15,8 см),

- с закрытой корневой системой в варианте с применением внекорневых подкормок удобрением «Бона Форте» в концентрации 3,3 мл/л (средний диаметр стволика у корневой шейки 2,98 мм, средняя высота сеянцев – 32,4 см).

Анализ результатов измерений сеянцев березы повислой выращенных на субстрате торфяно-перлитном для выращивания посадочного материала хвойных пород по техническому заданию РЛССЦ показывает, что наилучшими биометрическими показателями обладает посадочный материал:

- с открытой корневой системой выращенный с применением внекорневых подкормок удобрением «Кристалон» в концентрации 0,2% (средний диаметр стволика у корневой шейки 4,04 мм, средняя высота 50,2 см),

- с закрытой корневой системой выращенный с применением внекорневых подкормок удобрением «Акварин» в концентрации 0,2% (средний диаметр стволика у корневой шейки 4,78 мм, средняя высота 56,1 см).

Проанализировав результаты измерений сеянцев березы повислой выращенных на субстратах из торфа верхового с добавлением удобрений пролонгированного действия видно, что наилучшими биометрическими показателями обладает посадочный материал:

- с открытой корневой системой выращенный на субстрате, приготовленном из верхового торфа с содержанием 5% агроперлита и добавлением удобрения пролонгированного действия «Осмокот Экзакт Мини, 5–6 м» 3 кг/м<sup>3</sup> (средний диаметр стволика у корневой шейки 2,38 мм, средняя высота 32,1 см),

- с закрытой корневой системой выращенный на субстрате, приготовленном из верхового торфа с добавлением удобрения пролонгированного действия «Осмокот Экзакт Мини, 5–6 м» 3 кг/м<sup>3</sup> (средний диаметр стволика у корневой шейки 4,85 мм, средняя высота сеянцев – 57,7 см).



А.В. Потапова, нач. отдела (РЛССЦ, г. Минск);  
В.Б. Звягинцев, доц., канд. биол. наук (БГТУ, г. Минск)

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ПРИВИВКИ ЯСЕНЯ ОБЫКНОВЕННОГО ДЛЯ ВЕГЕТАТИВНОГО РАЗМНОЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ УСТОЙЧИВЫХ К ХАЛАРОВОМУ НЕКРОЗУ**

Ясень обыкновенный является важным эдификатором коренных лесов Беларуси и ценной лесообразующей породой. В условиях страны ясенники образовывали высокопродуктивные насаждения формируя уникальные экологические ниши в условиях высокого богатства и увлажнения почв [1]. В начале нынешнего столетия ясенники Европы находятся в состоянии массового усыхания, что связывают с инвазией патогенного аскомицета *Hymenoscyphus fraxineus* (Т. Kowalski) Baral, Queloz, Hosoya [2]. Гриб впервые был выявлен в 2006 г. на территории Польши, а в 2010 г. зафиксирован в Беларуси, где к 2015 г. получил повсеместное распространение [3]. Развитие заболевания грозит уничтожить ясень обыкновенный как лесообразующую породу, что наблюдается сейчас во многих европейских странах [4]. Методы контроля инфекции, вызывающей эту новую болезнь в лесных насаждениях, пока не разработаны.

В связи с прогрессирующим сокращением площадей ясеневых лесов Беларуси необходим особый комплекс мероприятий по их восстановлению в сложившихся условиях. Селекция растений на устойчивость к патогенам – одно из наиболее перспективных направлений в решении проблемы защиты растений от болезней. Было выявлено, что до 3% деревьев в ясеневых лесах страны имеют природную устойчивость к чужеродному патогену. Целью наших исследований была отработка вегетативного размножения этих уникальных растений методом прививки для получения однородного селекционного и опытного материала.

Анализ литературных данных показал, что в условиях Беларуси до настоящего времени отсутствует отработанная технология получения привитого посадочного материала ясеня обыкновенного. Успешность прививок зависит от физиологических особенностей видов, качества подвоя и привоя, времени операции и используемого способа.

Прививки проводились в условиях закрытого грунта на базе тепличного комплекса учреждения «Республиканский лесной селекционно-семеноводческий центр» в мае 2023 года. В качестве подвоя использовались двулетние сеянцы ясеня обыкновенного с закрытой корневой системой, выращенные из семян различного географического происхождения. В качестве привойного материала использовали

черенки от дерева ясеня обыкновенного устойчивого к халаровому некрозу. Черенки заготавливались ранней весной до распускания почек. Для отработки эффективного способа прививки ясеня обыкновенного были использованы следующие методы: в расщеп, под кору, окулировка, копулировка (рисунок).



Рисунок – Привитые саженцы ясеня обыкновенного

Метод «в расщеп» применялся, когда подвой превышал в диаметре привой в несколько раз. Копулировка применяется только при одинаковой толщине черенка и подвоя. Простая копулировка – это соединение двух одинаковых по длине косых срезов. Привитые растения содержались в теплице в контролируемых условиях. Уход сводился к периодическому обрезанию боковых побегов у подвоев, которые достигали привитого черенка. Учет приживаемости проводили в конце вегетационного периода (таблица).

Таблица – Приживаемость растений в зависимости от метода прививки

Метод прививки	Привитых растений, шт	Приживаемость, %
«в расщеп»	10	90
копулировка	10	80
окулировка	10	10
под кору	10	20

Низкая приживаемость отмечена при выполнении прививки методом окулировки – практически все растения погибли. Приживаемость составила 10%. Наиболее эффективными оказался способ «в расщеп». Приживаемость клонов достигла 90%. Полученные результаты приживаемости прививок свидетельствует, что вегетативное размножение устойчивых растений ясеня обыкновенного целесообразно проводить путем прививки на подвой с закрытой корневой системой «в расщеп» и копулировкой. При использовании этих методов прививки характеризовались наибольшей приживаемостью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Чумакова, А.В. Ясень / А.В. Чумакова, Н.Г. Васильев. – М.: Лесная промышленность, 1984. – 101 с.
2. Kowalski T. *Chalara fraxinea* sp. nov. associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland // Forest Pathology. – 2006. – Vol. 36. – P. 264–270.

3. Ярук, А.В. Распространенность халарового некроза в насаждениях и посадках ясеня обыкновенного / А.В. Ярук, В.Б. Звягинцев // Труды БГТУ: научный журнал. – 2015. – № 1 (174) (Лесное хозяйство). – С. 207–210.

4. Распространение инвазивного возбудителя некроза ветвей ясеня аскомицета *Hymenoscyphus fraxineus* в европейской части России / В. Б. Звягинцев, Д. А. Демидко, С. В. Пантелеев [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2023. – № 244. С. 88–117.

УДК 630\*23

О.Ю. Приходько, доц., канд. биол. наук  
(ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ,  
г. Уссурийск, Российская Федерация)

### **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕМЕЛЬ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЛЕСНОГО ФОНДА, НЕПОКРЫТЫХ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ, ПО СПОСОБАМ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ**

**Введение.** Леса Приморского края характеризуются уникальным качественным составом, позволяющим получать многообразную и ценную древесную и недревесную продукцию. Однако в настоящее время заметно сокращение площадей кедрово-широколиственных лесов, увеличение в лесном фонде доли необлесившихся вырубок, пустырей, редины и малоценных лиственных насаждений [5].

Свежая вырубка (возраста не более 2 лет) представляет собой наиболее благоприятную среду для выращивания лесных культур. Почва на свежей вырубке еще не утратила свойств лесной – она мало уплотнена, имеет хороший дренаж, лесная подстилка еще не разложилась и предохраняет почву от иссушения. Травяной покров, бывший под пологом леса, постепенно отмирает, а светолюбивая злаковая растительность еще не поселилась. Кроме того, в процессе трелевки срубленной древесины поверхность почвы подвергается рыхлению [3].

С возрастом происходит изменение условий среды на вырубках. Причем трансформация вырубок может идти двумя путями. Первый путь – постепенное залужение вырубок и превращение их в пустыри – происходит естественное возобновление древесно-кустарниковой растительности. Лесная подстилка постепенно разлагается и перестает защищать почву от иссушения и с этого момента происходит задернение. Вырубка превращается в пустырь. Второй путь – естественное зарастание вырубок древесно-кустарниковыми породами, как правило

малоценными лиственными породами. В итоге образуется малоценное насаждение [1, 2, 4].

Гари также, как и вырубki делятся на свежие и старые. Кроме того, они бывают первичными, если пожар прошел один раз, и вторичными, если пожар прошел по площади более одного раза. В первые годы после пожара появляющаяся на гари лесная растительность растет интенсивно, но зольные вещества быстро вымываются из почвы атмосферными осадками и происходит снижение плодородия [3].

В настоящей работе предпринята попытка обобщения и систематизации информации о наличии в крае лесокультурного фонда и возможным способам лесовосстановления на землях государственного лесного фонда.

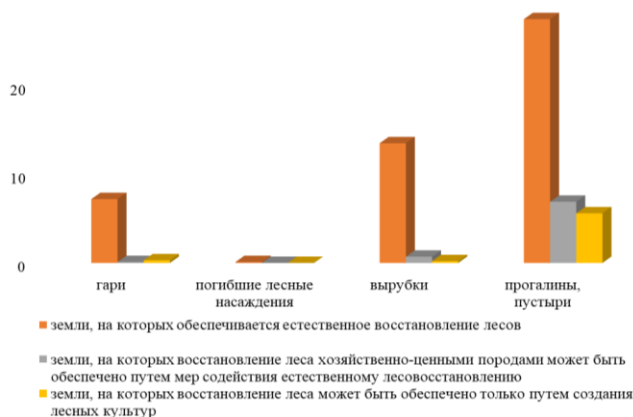
**Методы.** Анализировали официальные статистические данные – форму № 12-ГЛР «Распределение земель, не покрытых лесной растительностью, и нелесных земель по способам лесовосстановления и лесоразведения». Проводили натурное обследование площадей лесокультурного фонда, определяли их виды и категории.

**Результаты.** Лесокультурная площадь – это прежде всего среда для выращивания леса, сложенного из таких пород, которые в данных условиях дадут наибольший хозяйственный эффект при наименьших затратах труда и средств на их создание.

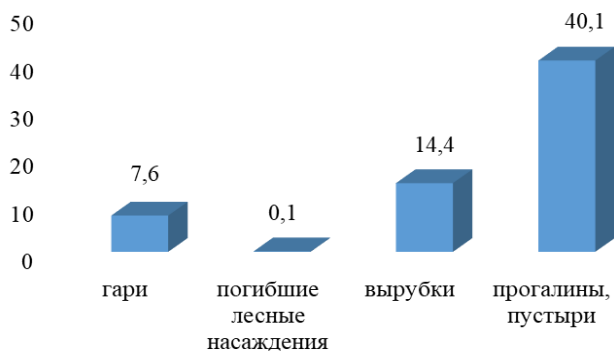
В условиях Приморского края заготовка древесины осуществляется преимущественно выборочными и условно-сплошными рубками, позволяющими в значительной мере сохранять покрытую лесом площадь и лесную среду за счет оставления на корню части не имеющих сбыта и запрещенных к рубке пород. Сохранение древесного полога на пройденных рубкой площадях, в большинстве случаев способствует успешному естественному возобновлению и практически к полному отсутствию лесокультурного фонда. Необходимость в создании лесных культур в этих условиях крайне незначительная (рис. 1). Воспроизводство здесь должно быть ориентировано на естественное возобновление, а в устойчиво производных насаждениях – на реконструкцию малоценных древостоев.

Лесные пожары являются главным дестабилизирующим фактором в лесных экосистемах. Горимость лесов Приморского края носит циклический характер. В годы с низкой пожарной нагрузкой, которые обычно характеризуют обильные осадки, происходит накопление горючих материалов в лесах, что повышает вероятность возникновения интенсивных лесных пожаров в следующие годы. Большинство лесных пожаров относятся к так называемым беглым низовым пожарам, которые практически не сопряжены с потерей древесины. Хвойный подрост, при прохождении низового пожара погибает, в большинстве

случаев лиственный выживает. Гари составляют 12 % от общей площади лесокультурного фонда региона (рис. 2).

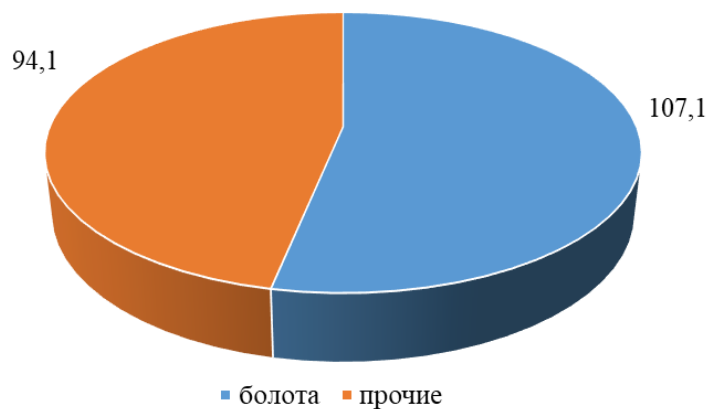


**Рисунок 1 – Всего лесных земель, нуждающихся в лесовосстановлении по категориям, тыс. га.**

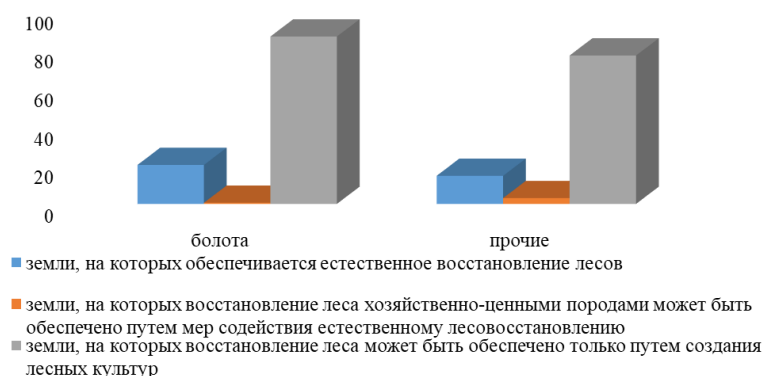


**Рисунок 2 – Площадь земель, предназначенных для лесовосстановления (фонд лесовосстановления), тыс. га.**

К нелесным площадям в крае относятся болота и прочие земли (рис. 3), причем из общей площади нелесных земель естественное возобновление обеспечивается на 18 % площади, а на 81 % площади необходимо создание лесных культур (рис. 4).



**Рисунок 3 – Площадь нелесных земель, тыс. га**



**Рисунок 4 – Всего нелесных земель, нуждающихся в лесовосстановлении, тыс. га.**

**Заключение.** Рациональное использование, сохранение и воспроизводство лесов невозможно без полного учета и всесторонней оценки их ресурсов. Проблемы воспроизводства лесов обычно связаны с интенсивными рубками и лесными пожарами. Необходимость в лесокультурном производстве определяется наличием и состоянием естественного возобновления. Большинство лесов, пройденных рубками и низовыми пожарами обеспечены подростом предварительной генерации хвойных и лиственных пород. Дополнительные усилия для воспроизводства необходимы в устойчиво производных осиновых, березовых и порослевых дубовых молодняках, и средневозрастных древостоях путем их реконструкции с созданием лесных культур. Среди лесокультурного фонда, в настоящее время, в крае преобладают пустыри и прогалины, требующие дополнительных искусственных мероприятий по их воспроизводству.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Головкина Т. В., Приходько О.Ю. Лесокультурный фонд Уссурийского лесничества КГКУ «Приморское лесничество» // Гуковские чтения: Материалы I международной научно-практической конференции, Уссурийск, 16 сентября 2022 года / Отв. редактор И.И. Бородин. Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2022. С. 41-44. EDN QBOFUI.
2. Ковалев А. П., Алексеенко А. Ю., Лашина Е. В. О лесных культурах в хвойно-широколиственных лесах Дальнего Востока // Аграрный вестник Приморья, 2021. № 2(22). С. 67–71.
3. Павленко И.А. Искусственное лесовосстановление на Дальнем Востоке / Приморский с-х ин-т. Уссурийск, 1979. 92 с.
4. Приходько О. Ю., Фирсов В.В. Состояние лесных культур сосны корейской *pinus koraiensis* (Siebold et Zucc.) в Баневуровском участковом лесничестве Уссурийского лесничества // Аграрный вестник Приморья, 2021. № 4(24). С. 88–91. EDN LGGQDN.
5. Приходько О.Ю. Лесовосстановление в Приморском крае: история и современное состояние // Проблемы управления лесами Си-

бири и Дальнего Востока. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 75-летию образования Дальневосточного научно-исследовательского института лесного хозяйства. Хабаровск, 2014. С. 332–335. EDN: HCGABO.

УДК 630\*235.42

А.А. Прищепов, ассист. (БГТУ, г. Минск)

### **ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ПЕРВОГО ПРИЕМА РУБОК ОБНОВЛЕНИЯ В СОСНЯКАХ ОРЛЯКОВЫХ**

Рубки обновления считаются одним из эффективнейших способов омоложения сосновых насаждений. Проведение данных рубок со строгим соблюдением лесоводственных требований может позволить в будущем сформировать устойчивые к антропогенному воздействию разновозрастные насаждения, сложные по форме и смешанные по составу [1].

В соответствии с Правилами рубок леса в Республики Беларусь [2], рубки обновления проводятся в приспевающих, спелых и перестойных насаждениях путем удаления отдельных спелых и перестойных деревьев с одновременным проведением ухода за оставшимся древостоем в целях создания условий для образования нового поколения леса.

Естественное возобновление леса без смены пород наиболее успешно идет в сосняках вересковых и брусничных. Здесь преобладает чисто сосновой подрост с небольшой примесью березы и ели. Сосняки черничные, орляковые и кисличные также имеют хорошие возобновительные способности, но склонны к сукцессии [3].

Сосняк орляковый как тип леса приурочен к повышенным местоположениям и верхним частям склонов, в сравнении с сосняком мшистым имеет более богатые дерново-подзолистые, супесчаные почвы. В составе древостоя преобладает сосна (от 7 до 10 единиц состава), иногда с примесью ели, дуба и березы до 3 единиц состава. Насаждения данного типа леса произрастают по I (Ia) классу бонитета [4].

Для оценки успешности естественного возобновления леса после проведения первого приема рубок обновления в сосняках орляковых были исследованы 12 выделов в лесном фонде Березинского, Ивьевского, Негорельского учебно-опытного (НУОЛХ) и Пуховичского лесхозов, где был проведен первый прием данного вида рубок в период с 2010 по 2019 г.

Для проведения исследований в данных выделах были заложены временные пробные площади (ПП). Все пробные площади имеют тип леса – сосняк орляковый, эдафотоп – В<sub>2</sub>.

Характеристика учтенного подроста на пробных площадях представлена в таблице.

**Таблица – Характеристика подроста на пробных площадях**

Номер ПП	Лесхоз Лесничество	Год рубки	Интенсивность рубки, %	Полнота после рубки	Состав подро- ста	Количество условно крупного подроста по породам, шт./га				Всего условно крупного подроста, шт./га
						С	Е	Б	Д	
	1	2		6	5	7	8	9	11	13
11	<u>Березинский</u> Березинское	2018	20	0,40	9С1Б	6300	–	800	–	7100
12	<u>Березинский</u> Березинское	2016	20	0,40	9С1Е	1000	100	–	–	1100
13	<u>Березинский</u> Березинское	2017	20	0,39	–	–	–	–	–	–
14	<u>Березинский</u> Березинское	2016	20	0,64	10С	4100	–	–	–	4100
22	<u>Пуховичский</u> Скрыльское	2014	20	0,37	–	–	–	–	–	–
23	<u>Пуховичский</u> Скрыльское	2016	30	0,30	6С2Б2Д	400	–	100	100	600
28	<u>Негорельский</u> Центральное	2019	20	0,44	10Е	–	4500	–	–	4500
29	<u>Негорельский</u> Центральное	2016	20	0,54	6С4Б	3300	–	2300	–	5600
30	<u>Негорельский</u> Центральное	2016	30	0,37	10Е	–	1000	–	–	1000
37	<u>Ивьевский</u> Ивьевское	2015	20	0,58	5Е3Б2С	1000	2000	1000	–	4000
38	<u>Пуховичский</u> Шацкое	2016	20	0,65	6Е3Б1С	200	1200	600	–	2000
39	<u>Пуховичский</u> Шацкое	2010	10	0,58	5Е4С1Б	1000	1300	500	–	2800

В сосняках орляковых процесс естественного возобновления сосны идет менее интенсивно, чем в сосняках мшистых [5]. На пробных площадях в Березинском (ПП 11, ПП 12, ПП 14), Скрыльском (ПП 23), Центральном (НУОЛХ) (ПП 29), Ивьевском (ПП 37) и Шацком (ПП 38, ПП 39) лесничествах присутствует подрост сосны, густота которого составляет от 200 шт./га на ПП 38 (Шацкое лесничество, кв. 15 выд. 68) до 6300 шт./га на ПП 11 (Березинское лесничество,



кв. 52 выд. 71). На 42% пробных площадей (ПП 28, ПП 30, ПП 37–38) идет активное возобновление ели густотой от 1000 шт./га на ПП 30 (Центральное лесничество НУОЛХ, кв. 38 выд. 1) и ПП 39 (Шацкое лесничество, кв. 16 выд. 54) до 4500 шт./га на ПП 28 (Центральное лесничество НУОЛХ, кв. 50 выд. 26). На ПП 13 и ПП 22 подрост отсутствует (17% от общего количества пробных площадей в сосняках орляковых).

В условиях сосняков орляковых после проведения рубки на большинстве пробных площадей формируются в основном смешанные сосновые насаждения, в составе которых присутствует жизнеспособный подрост ели, доленое участие которого зачастую больше, чем сосны. Средний состав формирующегося после проведения первого приема рубки подрост (рассчитанный на основании данных о количестве подрост на пробных площадях) – 6С3Е1Б+Д.

Проанализировав данные о ходе естественного возобновления из таблицы, следует сделать вывод, что проведение первого приема рубки обновления в сосняках орляковых на исследуемых выделах не дало положительный лесоводственный эффект. Большинство исследованных участков нуждаются в проведении дополнительных мероприятий по содействию естественному возобновлению сосны, а также регулировании численности подрост ели.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Залесов С. В. Эффективность рубок обновления в рекреационных сосняках / С. В. Залесов, С. В. Бачурина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 12 (110). С. 53–57.
2. Об утверждении Правил рубок леса в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: постановлением Министерства лесного хозяйства Респ. Беларусь, 19 дек. 2016 г., № 68 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь.  
URL: [http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21631584\\_1483131600.pdf](http://www.pravo.by/upload/docs/op/W21631584_1483131600.pdf).  
(Дата обращения: 15.01.2024).
3. Рожков Л. Н. Анализ перспективы несплошных рубок и естественного воспроизводства леса в Беларуси / Л. Н. Рожков, И.Ф. Ерошкина // Труды БГТУ. Минск: БГТУ, 2015. №1(174). С. 91–94.
4. Юркевич И. Д. Выделение типов леса при лесоустроительных работах. Минск: «Наука и техника», 1980. 120 с.
5. Прищепов А. А. Эффективность рубок обновления в сосняках мшистых / Актуальные проблемы развития лесного комплекса: сборник материалов XX междунар. научно-техн. конф., Вологда, 6 декабря 2022 г. Вологда: ВоГУ, 2022. С 89–91.

Д.П. Протас, инж.; С.С. Марцута, нач. отдела  
(Учреждение «БЕЛЛЕСОЗАЩИТА», аг. Ждановичи)

## ИСПЫТАНИЯ БИОПРЕПАРАТА БАКТОЦИД ПРОТИВ ХВОЕ- И ЛИСТОГРЫЗУЩИХ ВРЕДИТЕЛЕЙ

В лесном хозяйстве ежегодно возникают очаги массовых хвое- и листогрызущих вредителей. В течение трех последних лет наиболее массовыми являлись очаги зимней пяденицы и непарного шелкопряда в листовенных насаждениях, а также обыкновенного елового пилильщика в лесных культурах первого класса возраста [1, 2].

Так, в 2021 году возникли очаги непарного шелкопряда на площади 13,2 га, зимней пяденицы на площади 47,5 га и обыкновенного елового пилильщика на площади 6,3 га; в 2022 году – 101,3 га, 287,3 га и 11,6 га соответственно; в 2023 году – зимней пяденицы на площади 187,6 га. Из разрешенных для применения против данных вредителей имеются химические средства защиты растений, а биологический препарат ЛЕПИДОЦИД, СК российского производства зарегистрирован только против рыжего соснового пилильщика авиационным способом [3]. При проектировании лесозащитных мероприятий в очагах данных вредителей возникают вопросы запрета на применение химических средств защиты растений в связи с режимом использования некоторых объектов лесного фонда. Также не всегда применимы наземные способы обработки по причине труднодоступности участков, высокой сомкнутости крон и значительной высоты деревьев, и меры борьбы в таких случаях ограничиваются мероприятиями по поддержанию и увеличению численности насекомоядных птиц.

Для решения данных практических задач возникла необходимость испытания биологического препарата против комплекса массовых хвое- и листогрызущих вредителей с применением беспилотного летательного аппарата.

В 2023 году Учреждением «БЕЛЛЕСОЗАЩИТА» совместно с Белорусским государственным технологическим университетом в рамках научно-исследовательской работы были проведены регистрационные испытания отечественного биопрепарата БАКТОЦИД, Ж на основе споровокристаллического комплекса *Bacillus thuringiensis* (производство РУП «Институт защиты растений»). Испытания проводились на трех подобранных объектах, являющихся очагами хвое- и листогрызущих вредителей, требующих мер борьбы:

1. Насаждение ивы и березы, произрастающее в Ивацевичском опытном лесхозе, Орлянском лесничестве, квартале 123, выделе 8 (в границах низинного осокового болота). Площадь выдела – 101,3 га. На данном объекте в 2022 году выявлен очаг непарного шелкопряда с

угрозой повреждения насаждений выше экономического порога вредоносности на площади 6,1 га.

2. Насаждение дуба черешчатого естественного происхождения, произрастающее в Бобруйском лесхозе, Домановском лесничестве, квартале 112, выделе 2. Площадь выдела – 12,0 га. Состав насаждения: 10Д, тип леса: Д. зл.-пм., возраст 150 лет. Действующий очаг листогрызущих вредителей с преобладанием зимней пяденицы.

3. Насаждение ели европейской искусственного происхождения, произрастающее в Любанском лесхозе, Калиновском лесничестве, квартале 10, выделе 1. Площадь выдела – 5,5 га. Состав насаждения: 10Е, тип леса: Е. чер., возраст 11 лет. Действующий очаг обыкновенного елового пилильщика.

Испытания проводились в соответствии с разработанной программой регистрационных испытаний:

– насаждение ивы – БАКТОЦИД в нормах расхода 3 л/га с концентрацией рабочей жидкости 12,0 %, 3 л/га с концентрацией рабочей жидкости 6,0 %, 5 л/га с концентрацией рабочей жидкости 20,0 %, 5 л/га с концентрацией рабочей жидкости 10,0 %;

– насаждение дуба – БАКТОЦИД в нормах расхода 3 л/га с концентрацией рабочей жидкости 6,0 %, 5 л/га с концентрацией рабочей жидкости 10,0 %;

– лесные культуры ели – БАКТОЦИД в нормах расхода 3 л/га с концентрацией рабочей жидкости 12,0 %, 5 л/га с концентрацией рабочей жидкости 20,0 %.

Норма расхода рабочей жидкости 25-50 л/га в зависимости от объекта. По каждому варианту осуществлялась однократная обработка в четырех повторностях. Обработка деревьев препаратом проводилась в сухую безветренную погоду с отсутствием осадков не менее 8 часов до и после обработки. На опытных делянках, для учета вредителей до и после обработки и сравнения биологической эффективности препарата, были выделены контрольные деревья, которые не подвергались обработке; эталон отсутствовал.

В период применения СЗР вредные организмы находились в фазе гусениц младших возрастов, фаза развития растений – линейный рост молодых побегов, распускание листвы ивы и дуба, линейный рост хвои ели. Технология применения препарата предусматривала опрыскивание с использованием беспилотного летательного аппарата.

По полученным данным учета гусениц после полевых испытаний была рассчитана биологическая эффективность по формуле Аббота:

$$\text{Б.Э.} = \frac{a - b}{a} * 100, \quad (1)$$

где: Б.Э. – биологическая эффективность, выраженная в процентах снижения численности вредителя с поправкой на контроль; а – процент живых особей в контроле в данный срок учета относительно предварительного учета; б – процент живых особей в опыте в данный срок учета относительно предварительного учета [4]. Биологическая эффективность биопрепарата БАКТОЦИД по сравнению с контролем, удовлетворяющая требованиям к государственной регистрации биологических СЗР в соответствии с Положением о порядке государственной регистрации средств защиты растений и удобрений (не ниже 50 %) и ведения Государственного реестра средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь получена по следующим вариантам обработки [5]:

– против непарного шелкопряда в норме расхода препарата 3 л/га с концентрацией рабочей жидкости 12,0 % – 79,7 %;

– против непарного шелкопряда в норме расхода препарата 5 л/га с концентрацией рабочей жидкости 10,0 % – 50,0 %;

- против комплекса листогрызущих вредителей с преобладанием зимней пяденицы в норме расхода препарата 5 л/га с концентрацией рабочей жидкости 10,0 % – 53,9 %;

– против обыкновенного елового пилильщика в норме расхода препарата 5 л/га с концентрацией рабочей жидкости 20,0 % – 54,2 %.

Таким образом, биопрепарат БАКТОЦИД, Ж (споровокристаллический комплекс *Bacillus thuringiensis*, var. *kurstaki* 16-91, титр 8-10 млрд. спор/г) показал высокую биологическую эффективность при применении его в лесном хозяйстве и рекомендован к государственной регистрации с использованием беспилотного летательного аппарата против хвое- и листогрызущих вредителей в хвойных и лиственных насаждениях с нормой расхода препарата 3-5 л/га, нормой расхода рабочей жидкости 25-50 л/га, концентрацией 10-20 % при 1-кратной обработке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор лесопатологического и санитарного состояния лесного фонда Республики Беларусь за 2021 год и прогноз развития патологических процессов на 2022 год: Учреждение «БЕЛЛЕСОЗАЩИТА», аг. Ждановичи, 2022. – 84 с.

2. Обзор лесопатологического и санитарного состояния лесного фонда Республики Беларусь за 2022 год и прогноз развития патологических процессов на 2023 год: Учреждение «БЕЛЛЕСОЗАЩИТА», аг. Ждановичи, 2023. – 107 с.

3. Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь, 2020.

4. Методические указания по проведению регистрационных испытаний биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней / Л.И. Прищепа и др. – РУП «Институт защиты растений», 2008. – 56 с.

5. Положение о порядке государственной регистрации средств защиты растений и удобрений и ведения Государственного реестра средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. Утверждено Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30.07.2010 № 1140.

УДК 630\*4

А.Г. Прохорова, асп.;  
В.Б. Звягинцев, доц., канд. биол. наук  
(БГТУ, г. Минск)

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ ПРИГОДНОСТИ ЭКОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ДЛЯ РАЗВИТИЯ КАРАНТИННЫХ ОРГАНИЗМОВ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Масштабные по охватываемой площади и вредоносности инвазии фитопатогенных организмов реализуются только при совместной реализации трех благоприятных факторов: наличие вектора переноса; наличие восприимчивого хозяина; наличие благоприятных условий окружающей среды. Как показывают последние исследования, относительно аскомицетов перемещение споровой инфекции может происходить с воздушными массами и достигать огромных скоростей – до 100 км. в год [1]. Распространяющиеся преимущественно водным путем оомицеты также могут преодолевать значительные расстояния за короткое время [2]. Таким образом, важнейшим вопросом в прогнозировании вероятности инвазии на территорию Беларуси новых карантинных фитопатогенов является оценка соответствия условий местообитания экологическим предпочтениям чужеродных патогенов, уже проникших на континент и расширяющих свой ареал в сторону границ нашей страны.

После появления в 1980-х годах первого пакета моделирования BIOCLIM прогнозирование распределения видов (SDM – Species Distribution Models) стало мощным инструментом экологических исследований и оценки роли факторов, влияющих на распространение видов [3]. Анализ пространственного распределения видов основан на двух различных концептуальных подходах. Коррелятивные SDM, основанные на нахождении статистических зависимостей между факто-

рами окружающей среды и данными о встречаемости видов, являются самыми доступными и простыми, в отличие от процессно-ориентированных, где оценка коэффициентов интенсивности размножения, смертности и расселения является обязательной [4].

Для оценки пригодности новых условий местообитания для конкретных инвайдеров на основе только точек присутствия, нами был выбран представитель первой группы – метод максимальной энтропии Maxent, хорошо зарекомендовавший себя в других исследованиях [5]. В качестве модельных объектов использованы все виды опасных карантинных дэндропатогенов отсутствующих на территории стран ЕАЭС, но уже выявленные в Европе и наносящие существенный экономический и экологический ущерб *Phytophthora ramorum* Weres et al., *Phytophthora kernoviae* Brasier, *Melampsora medusa* Thümen, *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Buhner) Nickle. Эти виды характеризуются крайне широким кругом растений-хозяев и их широкой представленностью в составе древесного яруса лесных и парковых насаждений Беларуси.

В связи с глобальным распространением целевых фитопатогенов, модели строились с разрешением 2,5 минуты в мировом охвате путем использования климатических данных, а также информации о растительном покрове территории с последующим анализом выходных данных [5]. В результате площадь территории страны была поделена на пять уровней, где пригодность: отсутствует – 0–А, при А для *Phytophthora ramorum* равном 0,117, для *Bursaphelenchus xylophilus* – 0,271, для *Melampsora medusae* – 0,26 и для *Phytophthora kernoviae* – 0,116; минимальная – А–0,3; низкая – 0,3–0,5; средняя 0,5–0,7; высокая – 0,7–1.

На основе цифровых моделей были получены площади территории страны с различным уровнем вероятности развития карантинных организмов. Общий балл пригодности территории рассчитывался от 0 (вероятность успешной акклиматизации патогена отсутствует), до 1 (высокая вероятность акклиматизации патогена) как средневзвешенной значение по площади территории, занимаемой различным уровнем пригодности для каждого вида (таблица).

Из всех проанализированных видов карантинных организмов климатические и экологические условия Беларуси наиболее благоприятны для возбудителя ржавчины осины, базидиомицета *Melampsora medusae*. Общий балл пригодности природно-климатических условий страны для развития патогена составляет 0,45. *M. medusae* является облигатным патогеном, изменяющим ключевые жизненные процессы в организме хозяина и вызывающим его ослабление и снижение продуктивности. Установлено, что споры желтой ржавчины могут пере-

носится ветром на расстояние до 2400 км от основного источника инфекции, их обнаруживали на высоте 2100–4200 м и даже 6000 м [7]. Ближайшие к нам очаги карантинного объекта *M. medusae* расположены во Франции, на расстоянии не более 2 тыс. км. Это дает основание предполагать, что занос и акклиматизация *M. medusae* в Беларуси весьма вероятны.

**Таблица – Результаты оценки пригодности территории Беларуси для развития карантинных организмов**

Вид карантинного организма	Площадь территории страны с различным уровнем вероятности развития карантинного организма, %					Общий балл пригодности
	отсутствует	минимальная	низкая	средняя	высокая	
<i>Phytophthora ramorum</i>	35,2	27,1	35,5	2,2	0	0,26
<i>Phytophthora kernoviae</i>	52,1	47,5	0,4	0	0	0,12
<i>Melampsora medusae</i>	18,4	15,7	36,4	26,1	3,4	0,45
<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>	68,5	9,2	19,9	2,4	0	0,14

В тоже время модели пригодности условий страны для оомицета *Phytophthora kernoviae* и фитонематоды *Bursaphelenchus xylophilus* показали 0,12 и 0,14 баллов соответственно. Это говорит о низкой вероятности проникновения и акклиматизации патогенов, что, возможно, связано с их высокой требовательностью к отдельным факторам среды. Таким образом с помощью модели Maxent и разработанной методики вероятностной оценки пригодности территории страны представлено потенциальное распространение и оценка риска инвазии в Беларуси. Это может явится основой для постороения прогноза, совершенствования карантинных мер и адаптации ведения лесного и садово-паркового хозяйства под существующие фитосанитарные риски.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Распространение инвазивного возбудителя некроза ветвей ясеня аскомицета *Hymenoscyphus fraxineus* в европейской части России / В. Б. Звягинцев, Д. А. Демидко, С. В. Пантелеев [и др.] // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2023. – № 244. С. 88–117.
2. Звягинцев В.Б., Баранов О.Ю., Пантелеев С.В. Продвижение инвазии оомицета *Phytophthora alni* Brasier et S.A. Kirk на восток – первая находка патогена в Беларуси / Защита лесов от вредителей и болезней: научные основы, материалы, методы: материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Иркутск, 2015. – С 102–104.

3. Peterson A.T., Soberón J., Pearson R.G., Anderson R.P., Martínez-Meyer E. et al. Ecological Niches and Geographic Distributions (MPB-49). – Princeton: Princeton Univ. Press, 2011. – 328 p.

4. Шитиков В.К. Модели пространственного распределения видов. 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <https://stok1946.blogspot.com/2020/11/sdm.html> (дата обращения: 29.12.2023).

5. Zviagintsev V., Prokhorova A., Surina T., Belomesyeva D. Global risks of biological invasions of phytopathogenic organisms and improvement of the quarantine monitoring system using computer modeling // Reliability: Theory & Applications. – 2023. – Vol. 18. – № S5(75). – P. 569–581.

6. Цадокс И.К. Эпифитотиология ржавчины в Европе. – Москва: Изд. ВИНТИСХ, 1970. – 238 с.

УДК 630\*57+556.5.06

А.В. Пугачевский, зав. лабораторией, канд. биол. наук;  
Я.К. Игнатъев, мл. науч. сотр.; А.В. Тимашкова, мл. науч. сотр.  
(ИЭБ НАН Беларуси, г. Минск);  
С.А. Жданович, директор  
(Учреждение «Беллесозащита», аг. Ждановичи)

## **КОНЦЕПЦИЯ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ**

Программный комплекс системы оперативной оценки и прогнозирования последствий неблагоприятных погодных условий в лесных экосистемах разрабатывается в рамках мероприятия 7 подпрограммы 6 «Инфраструктура и технологии для обеспечения адаптации лесных экосистем к неблагоприятным условиям» Государственной программы «Научно-инновационная деятельность Национальной академии наук Беларуси» на 2021 – 2025 годы. Исполнителем работы являются ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси», а соисполнителями подчиненные Министерству лесного хозяйства Государственное учреждение по защите и мониторингу леса «Беллесозащита» и Лесоустроительное республиканское унитарное предприятие (РУП) «Белгослес».

Цель работы:

– разработка интерактивной системы для оперативной оценки и прогнозирования последствий неблагоприятных климатических явлений в лесных экосистемах;



– создание механизма обеспечения функционирования системы путем организации информационно-аналитического центра для управления этой системой, который позволит оперативно обновлять рекомендации по адаптации лесного хозяйства и готовить аналитическую информацию для принятия управленческих решений.

Главной задачей работы является создание программно-аналитического комплекса, основанного на интеграции информационных ресурсов, относящихся к собственно лесному фонду страны (РУП «Белгослес»), его состоянию (ГУ «Беллесозащита», информационно-аналитические центры Национальной системы мониторинга окружающей среды) и климатическим условиям, определяющим это состояние (ГУ «Белгидромет»), в сочетании с функцией анализа, прогнозирования и выработки рекомендаций по управленческим решениям в сфере защиты лесов, адаптации лесов и лесного хозяйства к изменению климата.

Принципы функционирования системы:

– опора на существующие информационные источники и действующие производственные и научные структуры;

– инновационность, основанная на применении современных информационно-коммуникационных технологий и средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);

– научная обоснованность оценок и прогнозных построений;

– максимальный охват территории Беларуси за счет вовлечения в оценку всего объема информации о лесном фонде страны, репрезентативной сети наземных наблюдений за состоянием лесов и погодноклиматическими факторами, а также использования общедоступных материалов ДЗЗ;

– оперативность, которая обеспечивается синхронным получением материалов о текущем состоянии параметров температуры и осадков по данным Белгидромета в сочетании с автоматизированной сетью датчиков уровней грунтовых вод и температуры почвы в лесных экосистемах и оперативными данными ДЗЗ;

– комплексность, которая достигается привлечением материалов от основных компетентных источников информации: РУП «Белгослес» – о структуре и составе лесов и их динамике, состоянии лесов на объектах мониторинга лесов НСМОС, ГУ «Беллесозащита» – о лесопатологическом состоянии древостоев и результатах феромонного надзора, ГУ «Белгидромет» – о текущем и ретроспективном состоянии параметров среды, Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси – о состоянии лесов на объектах комплексного мониторинга экосистем НСМОС, текущем и ретроспективном приросте деревьев,

динамике уровней грунтовых вод и температуре почв, оценках лесов по материалам ДЗЗ;

– профессиональная обеспеченность оценок и прогнозов за счет привлечения специалистов в областях лесоведения, экологии, гидрометеорологии, охраны и защиты леса, географии, информационных технологий;

– относительная невысокая стоимость за счет привлечения уже существующих информационных источников, открытой общедоступной информации и (частично) оборудования отечественного производства;

– жизнеспособность систем сбора данных в обозримом будущем.

Структурно система состоит из двух основных блоков:

– регулярно пополняемая и подлежащая актуализации база данных «Климат-лес»;

– прогнозно-аналитический блок, предназначенный для оперативной оценки и прогнозирования последствий неблагоприятных погодных условий в лесных экосистемах, и состоящий главным образом из системы форм ввода, вывода и представления информации и связующих эти формы уравнений прогнозирования, а также блоков вспомогательной информации: банка дендрохронологических данных, банка картографической информации и материалов ДЗЗ.

Объем информации, сохраненной к настоящему времени в составе БД «Климат-Лес» составляет 38,9 гигабайта, представляющей 7,8 млн. записей о структуре лесного фонда ГЛХУ (38,0 гб), подекадной динамике постановки на учет насаждений, требующих проведения санитарно-оздоровительных мероприятий и динамике сплошных санитарных рубок за 6 лет (335 кб), динамике метеоусловий по 49 метеостанциям (23,0 мб и более 591 тысячи записей суточных наблюдений), результатах феромонного мониторинга основных стволовых вредителей леса (129 кб, 752 записи). Вспомогательный банк дендрохронологической информации (901 мб и содержит 288 шкал).

**Программное обеспечение.** БД реализована в программной среде QGIS, дополненной для решения узкоспециализированных задач модулем БД «Менеджер», где используются SQL-запросы.

Объектом прогнозирования является лесной фонд каждого конкретного лесохозяйственного (или природоохранного) учреждения. При этом лесной фонд представлен набором макрорубцов, объединяющих совокупность участков лесного фонда (выделов) относительно однородных по возрасту, типам леса, составу и полноте древостоев, происхождению (естественные, искусственные), а также истории формирования (сформированные на ранее лесных или нелесных землях, мелиоративно-производные). Реализация концепции макрорубце-

лов позволяет сократить число объектов прогнозирования в 70-100 раз по сравнению с общим числом выделов.

### **Процедуры моделирования и прогнозирования воздействия негативных погодно-климатических явлений на леса.**

Математический аппарат прогнозирования – множественная линейная регрессия, в перспективе – алгоритмы искусственного интеллекта.

Оценивается вероятность повреждения (функция), при этом:

– коэффициенты уравнений являются индивидуальными для каждой из категорий макровыделов и определяются их предрасположенностью к конкретным видам повреждения, а также прогнозируемым состоянием факторов воздействия (погодно-климатической ситуацией, численностью насекомых-вредителей леса);

– в качестве факторов (аргументов) выступают характеристики погодно-климатических условий двух лет, предшествующих году прогнозирования (осредненные по материалам трех ближайших метеостанций), результаты феромонного мониторинга, объемы взятых на учет для проведения санитарно-оздоровительных мероприятий и вырубленных санитарными рубками насаждений предыдущего года.

Основными параметрами погодно-климатических условий, используемыми для прогнозирования, является продолжительность засушливых явлений, степень их проявления и временная приуроченность (к сезонам и месяцам года). Механизм обеспечения функционирования системы - организация и обеспечение функционирования центра для управления системой, на который будет возложена обязанность оперативно обновлять исходную информацию, вырабатывать прогнозные оценки и актуализировать рекомендации по адаптации лесов и лесного хозяйства к меняющейся погодно-климатической обстановке, готовить аналитические материалы для принятия управленческих решений, развивать систему.

Организационная форма – Информационно-аналитический центр.

Ведомственная принадлежность: НАН Беларуси и Министерство лесного хозяйства Беларуси. Структурная принадлежность – в составе Института экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси.

Численность – в составе Института экспериментальной ботаники – 5 человек, привлекаемых к работе из состава организаций-партнеров – 4-6 человек.

Порядок действий по созданию системы для оперативной оценки и прогнозирования последствий неблагоприятных погодных условий в лесных экосистемах:

1) Создание информационно-аналитического центра мониторинга и прогноза последствий изменения климата в лесных экосистемах (ИЭБ НАНБ) – 2023 год.

2) Подготовка и подписание соглашения между НАН Беларуси и Министерством лесного хозяйства о взаимной заинтересованности в создании и функционировании центра – 2024 год.

3) Подготовка и подписание договоров между участниками / поставщиками информации – 2024-2025 гг.

4) Разработка и наполнение базы данных состояния лесных экосистем, обусловленных изменением климата «Климат-лес» - 2023-2024 гг.

5) Разработка (2023-2024 гг.) и наполнение (постоянно) блока вспомогательной информации и прогнозно-аналитического блока.

6) Преобразование информационно-аналитического центра мониторинга и прогноза последствий изменения климата в лесных экосистемах в структуру двойного подчинения (НАН Беларуси и Минлесхоз) – 2025 год.

7) Организация получения гидрометеорологической информации в автоматизированном режиме (2024 год).

8) Эксплуатация системы в пилотном режиме, её доработка и адаптация к информационным системам организаций-партнеров – 2025-2026 гг.

9) Предоставление оперативных прогнозов негативного воздействия климатических факторов на леса – с 2025 г. (регулярно - по мере необходимости, ежегодного обзора в ГУ «Беллесозащита» - с 2026 г.).

10) Приемка готовой системы и её введение в производственную эксплуатацию – 2027 г.

Существующая ситуация с некоторыми источниками информации, важными для функционирования системы, могут осложнить процесс её работы и снизить эффективность и точность прогнозирования:

1. недостаточная информативность отдельных элементов Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (мониторинга лесов и комплексного мониторинга экосистем на ООПТ) и несоответствие их регламентов требованию оперативного прогнозирования, отсутствие средств автоматической фиксации параметров среды (уровня грунтовых вод, температуры почвы);

2. дендрохронологические материалы весьма полезны для расчетов ретроспективного характера, корректировки параметров связи состояния насаждений с показателями погодно-климатической ситуации, но трудоемки и дороги в случае их использования для оперативных текущих оценок;

3. использование материалов ДЗЗ для оперативного прогнозирования состояния лесных насаждений – при всей очевидной перспективности их применения все ещё находятся на стадии НИР и не готовы для подключения к системе без дополнительной серьёзной проработки в форме дополнительных НИОКР.

УДК 630\*004

А.А. Пушкин, зав. кафедрой, канд. с.-х. наук;  
В.В. Коцан, доц., канд. с.-х. наук; С.С. Цай, ст. преп., канд. с.-х. наук;  
Н.Я. Сидельник, ст. преп., канд. с.-х. наук;  
С.В. Ковалевский, доц., канд. с.-х. наук (БГТУ, Минск);  
М.А. Ильючик, зам. генерального директора, канд. с.-х. наук  
(РУП «Белгослес», Минск)

### **КОНЦЕПЦИЯ СОЗДАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ГЕОСЕРВИСА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ**

Одной из основных особенностей современных условий ведения лесного хозяйства являются глобальные климатические и экологические изменения, приводящие к потере биологической устойчивости лесных насаждений. По данным лесопатологического мониторинга за 2015 – 2020 гг. в Республике Беларусь в результате воздействия неблагоприятных природно-климатических факторов, лесных пожаров, болезней и вредителей леса ежегодно погибало порядка 30,6 тыс. га. лесных насаждений с общим запасом порядка 6,8 млн. м<sup>3</sup> древесины.

Наличие единого web-геосервиса, позволяющего специалистам лесохозяйственной отрасли с использованием сети Интернет получать актуальную информацию по оценке биологической устойчивости лесных насаждений, наличия в них повреждений, оценки пожарной опасности лесных территорий на основе автоматизированной обработки оперативно получаемых материалов космической съемки, существенно облегчит работу по мониторингу состояния лесов и недопущению потерь лесных насаждений. В этой связи Белорусским государственным технологическим университетом совместно с РУП «Белгослес» и УП «Геоинформационные системы» начата разработка специализированного геосервиса «Состояние лесов».

Назначением разрабатываемого геосервиса является обеспечение работников лесохозяйственной отрасли оперативной информацией о местоположении и площадях поврежденных лесных насаждений, оценке устойчивости лесов к воздействию неблагоприятных природно-климатических факторов и прогноза пожарной опасности лесных территорий.

Геосервис «Состояние лесов» предусматривает реализацию следующих основных функций пользователя:

- дистанционное детектирование и определение площадей следующих видов повреждений лесных насаждений: массовые усыхания; ветровальные и буреломные повреждения; повреждения лесными пожарами;

- прогноз пожарной опасности лесных территорий;

- проведение оценки устойчивости лесных насаждений к воздействию неблагоприятных природно-климатических факторов;

- формирование тематических продуктов по оценке поврежденных лесных насаждений, прогнозу пожарной опасности лесных территорий, устойчивости лесных насаждений к воздействию неблагоприятных природно-климатических факторов;

- публикацию формируемых тематических продуктов в сети Интернет.

Возможности использования геосервиса включают автоматизацию процессов дешифрирования и определения площадей поврежденных лесных насаждений, оценку устойчивости лесных насаждений к воздействию неблагоприятных природно-климатических факторов, прогноза пожарной опасности лесных территорий, формирование соответствующих тематических продуктов и их публикацию в сети Интернет на территории государственных лесохозяйственных учреждений Минского ГПЛХО.

Реализация функциональных задач дешифрирования поврежденных лесных насаждений и оценки их устойчивости к воздействию неблагоприятных природно-климатических факторов предусматривается для наиболее ценных и наиболее подверженных различным повреждениям хвойных лесов – сосновая и еловая формация. Территориально разработка и внедрение геосервиса «Состояние лесов» в настоящее время ограничивается территорией лесохозяйственных учреждений Минского ГПЛХО (20 шт.)

Программные средства геосервиса «Состояние лесов» строятся по архитектуре клиент-сервер, с расположением данных по характеристике состояния лесных насаждений на удаленном сервере в РУП «Белгослес» и организацией к ним доступа используя сеть Интернет.

С целью реализации поставленных задач геосервис «Состояние лесов» включает ряд взаимосвязанных компонентов:

- база геоданных по лесохозяйственным учреждениям Минского ГПЛХО;

- программные средства обеспечения работы базы геоданных;

- программные средства предварительной обработки данных космической съемки;

- программные средства тематической обработки данных космической съемки для определения участков поврежденных лесных насаждений;

- программные средства определения устойчивости лесных насаждений к воздействию неблагоприятных природно-климатических факторов;

- программные средства прогноза пожарной опасности лесных территорий;

- программные средства постобработки результатов тематического дешифрирования и определения площадей поврежденных лесных насаждений, их адресной привязки, формирования картографических материалов и геолокации.

База геоданных геосервиса «Состояние лесов» предназначена для хранения исходных данных, данных промежуточной обработки, а также выходных данных, публикуемых в сети Интернет, и включает картографическую и атрибутивную информацию по землям лесного фонда Минского ГПЛХО.

Назначением программных средств обеспечения работы базы геоданных геосервиса «Состояние лесов» является обеспечение функций пользователя по накоплению, хранению, отображению картографической и связанной с ней атрибутивной информации, характеризующей земли лесного фонда Минского ГПЛХО.

Программные средства предварительной обработки данных космической съемки обеспечивают выполнение функций по устранению (снижению влияния) дефектов на изображениях, вызванных атмосферными и приборными помехами, а также для улучшения дешифровочных признаков земель лесного фонда.

Программные средства тематической обработки данных космической съемки предназначены для реализации функций определения участков поврежденных лесных насаждений, расчета спектральных индексов для определения устойчивости лесных насаждений к воздействию неблагоприятных природно-климатических факторов и прогноза пожарной опасности лесных территорий.

Программные средства определения устойчивости лесных насаждений к воздействию неблагоприятных природно-климатических факторов реализуют функции оценки потенциальной биологической устойчивости хвойных лесных насаждений к массовым усыханиям вследствие воздействия продолжительных засух и массовому размножению вредителей леса.

Назначением программных средств прогноза пожарной опасности лесных территорий является реализация пользовательских функ-

ций по оценке потенциальной опасности возникновения лесных пожаров.

Программные средства постобработки результатов тематического дешифрирования и определения площадей поврежденных лесных насаждений, их адресной привязки, формирования картографических материалов и геолокации, предназначены для выполнения следующих основных функций:

- проведение обработки тематических растровых изображений с целью улучшения их визуального восприятия, векторизации и публикации в Интернет;

- определение для участков поврежденных лесных насаждений, дешифрированных по материалам космической съемки, номера лесного квартала, названия лесничества и лесхоза, расчет их площадей;

- печать картографических материалов с отображением на них поврежденных лесных насаждений;

- обеспечение геолокации с целью поиска дешифрированных по материалам космической съемки участков поврежденных лесных насаждений на местности (при использовании мобильных технических средств отображения на клиентской части).

В качестве исходных данных для функционирования геосервиса «Состояние лесов» должны использоваться:

- материалы космической съемки Sentinel-2, Landsat 8, данные, получаемые БКСДЗ и других перспективных, доступных космических аппаратов;

- векторные картографические слои, формируемые при базовом лесоустройстве: границы лесхозов, границы лесничеств, лесные кварталы, таксационные выдела;

- атрибутивные данные лесоводственно-таксационной характеристики лесных насаждений, формируемые при базовом лесоустройстве: вид земель, преобладающая порода, возраст, состав насаждения и др.;

- базовая цифровая карта OpenStreetMap (OSM), используемая в качестве картографической подложки.

Базовое программное обеспечение разработки программных средств геосервиса «Состояние лесов» включает: геоинформационную систему Quantum GIS (SAGA GIS); систему управления базами данных PostgreSQL; расширение PostGIS для СУБД PostgreSQL; веб-серверы GeoServer, Nginx; библиотеку OpenLayer.

Разработка и внедрение геосервиса позволит в дальнейшем обеспечивать специалистов лесохозяйственной отрасли актуальной информацией о состоянии лесных насаждений на основе получаемых материалов космической съемки.



А.А. Пушкин, зав. кафедрой, канд. с.-х. наук;  
 В.П. Машковский, канд. с.-х. наук;  
 Н.Я. Сидельник, ст. преп., канд. с.-х. наук (БГТУ, Минск);  
 А.В. Судник, зав. лабораторией, канд. биол. наук  
 (ИЭБ НАН Беларуси, Минск)

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ БАЗЫ ДАННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАЩИТНЫХ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Создание полос защитных древесных наобщей характеристики саждений является наиболее эффективным и долговечным способом нормализации экологических факторов в агроландшафтах и повышения продуктивности сельскохозяйственных земель.

Начало создания полезащитных насаждений положено в 1960-е годы. Всего в республике была создана сеть таких насаждений различной конструкции на площади 7 523 га. По ряду причин (созданные полезащитные полосы оказались бесхозными не только в плане их принадлежности, но и ответственности за состоянием) значительная часть посадок к настоящему времени утрачена и снизила свою эффективность. Насаждения не инвентаризировались более 30 лет.

С целью автоматизации процессов сбора, обработки, хранения и представления данных по характеристикам защитных древесных насаждений в Белорусском государственном технологическом университете совместно с Институтом экспериментальной ботаники НАН Беларуси разработано специализированное программное обеспечение.

Разработка выполнена на основе базовой системы управления базами данных PostgreSQL с использованием языковой среды разработки Python. Разработанная структура базы данных включает включающая семь основных таблиц данных, а также одну справочную таблицу (таблица).

**Таблица 1 – Таблицы, включенные в базу данных на сервере PostgreSQL**

Название таблицы в PostgreSQL	Информация, содержащаяся в таблицах
L	Общая характеристика защитных полос.
LM10	Описание древесных пород, входящих в состав защитной полосы.
LM31	Описание пород подроста
LM32	Описание пород подлеска
LM33	Характеристики учетных деревьев
LM34	Описание живого напочвенного покрова
LPHOTO	Список фотографий защитного древесного насаждения
SC	Справочник пород.

Все представленные таблицы объединены в общую реляционную структуру, схема которой представлена на рисунке 1.

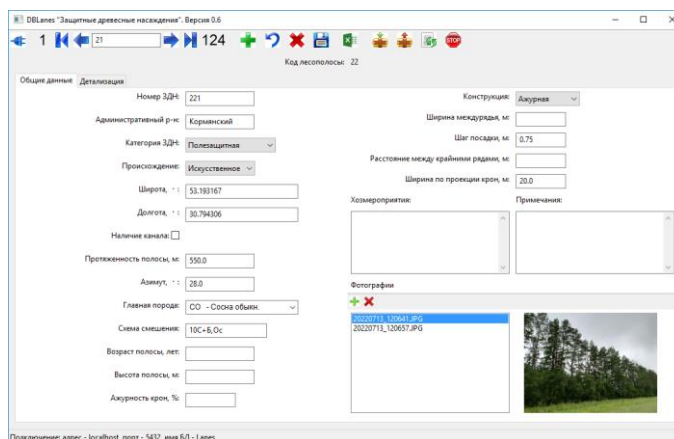


**Рисунок 1 – Структура базы данных защитных древесных насаждений**

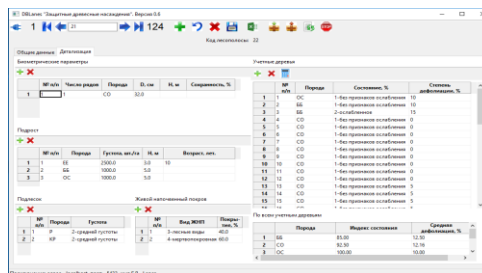
Представленные таблицы базы данных включают достаточно большой перечень полей (показателей), характеризующих полосы защитных древесных насаждений: административный район, ширина и протяженность полосы, конструкция, схема смещения, таксационные характеристики древесных видов, схема смещения, ажурность и др.

В целом все показатели при работе разбиваются на две вкладки: «Общие данные» и «Детализация» (рисунок 2). При этом на вкладке общих данных размещаются показатели, характеризующие полосу защитного древесного насаждения в целом, а на вкладке детализации – характеристика древесных пород верхнего яруса, подроста подлесочных видов, живого напочвенного покрова и учетных деревьев.

Поля вкладки «Общие данные»: «Номер ЗДН:», «Административный р-н:», «Схема смещения:», «Хозмероприятия» и «Примечания:» текстовые и могут содержать любую текстовую информацию. Поля «Категория ЗДН:», «Происхождение:», «Главная порода:» и «Конструкция:» являются полями с выпадающими списками. Пользователь может выбирать из списков любые значения или вводить их с клавиатуры вручную. Остальные поля являются числовыми.



а)



б)

**Рисунок 2 – Интерфейс работы с программным обеспечением:  
а) – вкладка общей характеристики; б) – вкладка детализации**

Поле «Код лесополосы:» отображает значение уникального числового кода записи. Это значение генерируется автоматически и не может быть изменено пользователем. В правой нижней части вкладки «Общие данные» расположен список фотографий защитного древесного насаждения и окно просмотра выбранной фотографии. Данный список содержит имена файлов с фотографиями, относящимися к текущему защитному насаждению.

На вкладке «Детализация» главного окна программы расположены таблицы, содержащие информацию о составляющих породах (таблица «Биометрические параметры»), о подросте (таблица «Подрост»), о подлеске (таблица «Подлесок»), о живом напочвенном покрове (таблица «Живой напочвенный покров») и о санитарном состоянии защитного древостоя (таблица «Учетные деревья»). Под таблицей «Учетные деревья» расположена таблица, содержащая результаты вычисления обобщенных характеристик, полученных по данным обследования учетных деревьев (таблица «По всем учетным деревьям»).

Для вычисления индекса состояния выполняется оцифровка категорий состояния учетных деревьев. Каждому дереву в зависимости от его состояния присваивается цифровой индекс и затем вычисляется средняя арифметическая величина этих индексов для различных групп деревьев. Средняя дефолиация также вычисляется как средняя арифметическая величина степени дефолиации для различных групп деревьев. С использованием функций пиктограммного меню пользователь имеет возможность добавления новых записей, удаления ошибочно введенной информации, вычисления общих показателей состояния и дефолиации.

Также предусмотрены функции резервного сохранения и восстановления базы данных и получения отчетных документов. При этом отчеты формируются в виде двухстраничного документа MS Excel. На странице «Печать» формируется сводный отчет по характеристике каждой полосы ЗДН, адаптированный для печати. На странице «Характеристика» осуществляется вывод каждого показателя в отдельном поле без их агрегирования.

А.А. Пушкин, зав. кафедрой, канд. с.-х. наук;  
П.В. Севрук, ст. преп., канд. с.-х. наук;  
В.В. Коцан, доц., канд. с.-х. наук;  
О.С. Ожич, ст. преп., канд. с.-х. наук, (БГТУ, г. Минск);  
М.А. Ильючик, зам. ген. Директора, канд. с.-х. наук  
(РУП «Белгослес, г. Минск»)

## **ДИНАМИКА СПЕКТРАЛЬНОГО ИНДЕКСА NDVI УСЫХАЮЩИХ ХВОЙНЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

Мониторинг санитарного состояния лесных насаждений является важным направлением ведения лесного хозяйства. Раннее обнаружение участков лесных насаждений с нарушенной устойчивостью или поврежденных, вследствие неблагоприятных факторов окружающей среды, позволит минимизировать затраты на устранение потенциальных последствий.

Использование данных космической съемки для мониторинга состояния лесных насаждений в настоящее время является более актуальным, поскольку позволяет охватить большую территорию для анализа, использовать данные разного времени съемки, подготовить объективные данные для анализа.

По спектральным яркостям отдельных каналов могут быть рассчитаны спектральные вегетационные индексы, как арифметические комбинации значений спектральных яркостей. Нормализованный дифференцированный вегетационный индекс (NDVI) – количественный показатель, который отражает вегетационную способность поверхности биомассы. Для его расчета необходимы снимки в красном и ближнем инфракрасном спектральных каналах.

Анализ динамики спектрального индекса NDVI был осуществлен на основе данных усыхания хвойных насаждений на территории Минского ГПЛХО в 2023 г. В качестве материалов космической съемки были использованы космические снимки Sentinel-2, которые обладают разрешением в основных каналах равным 10 м. Обработку данных космической съемки, расчет и анализ значений вегетационного индекса был проведен в свободно распространяемой географической информационной системе QGIS.

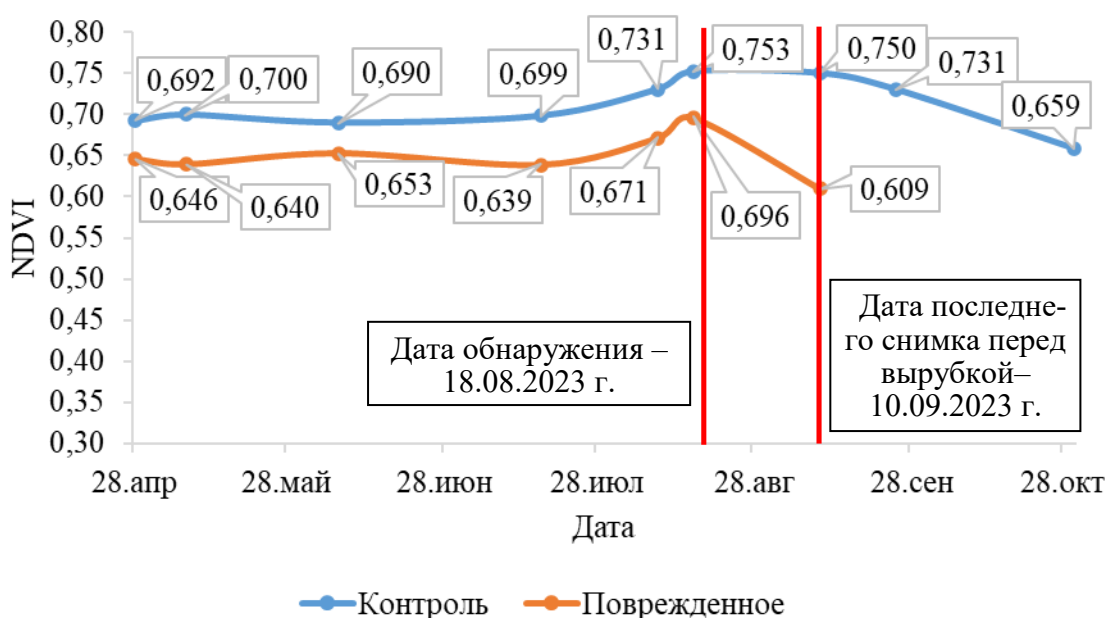
Расчет индекса NDVI следует выполнять по формуле:

$$NDVI = \frac{I_{NIR} - I_{RED}}{I_{NIR} + I_{RED}},$$

где  $I_{NIR}$  – спектральная яркость в ближнем инфракрасном спектральном канале;  $I_{RED}$  – спектральная яркость в красном спектральном канале.

По разновременным данным спутника Sentinel-2 были определены местоположения, проведенных сплошных санитарных рубок усохших насаждений, и рассчитано среднее значение индекса NDVI для данной площади. Для контроля был создан участок, по возможности, аналогичной площади рядом с вырубленным, но для не поврежденной части данного насаждения. Также было рассчитано среднее значение индекса NDVI для контрольного участка.

Сравнение динамики NDVI поврежденного участка с контрольным приведено на рисунке 1.

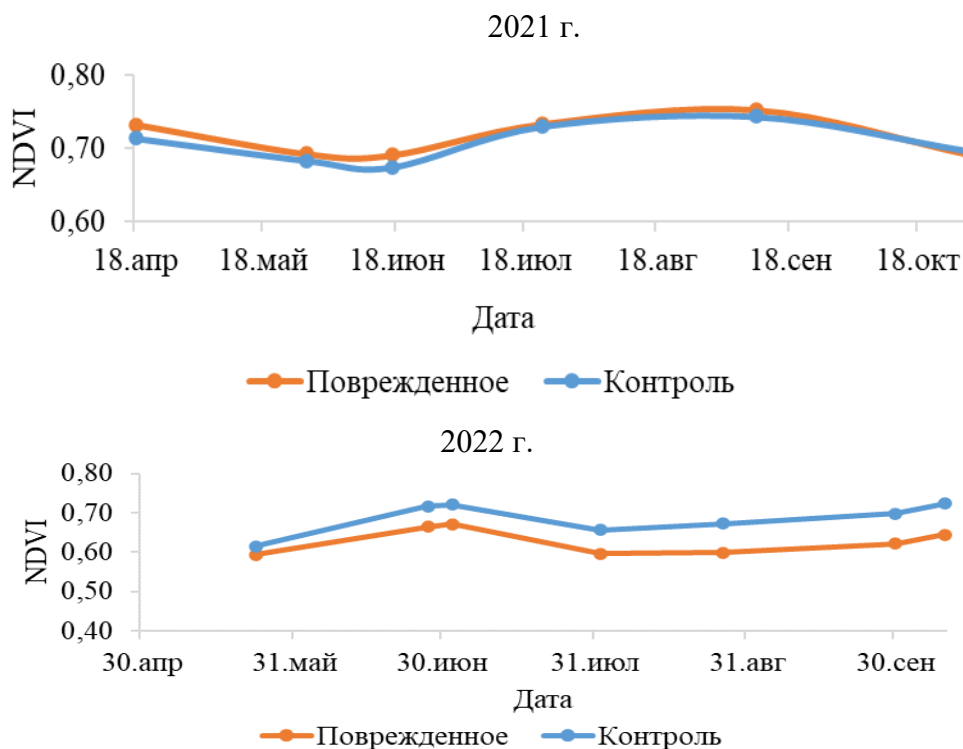


**Рисунок 1 – Сравнение динамики NDVI двух участков**

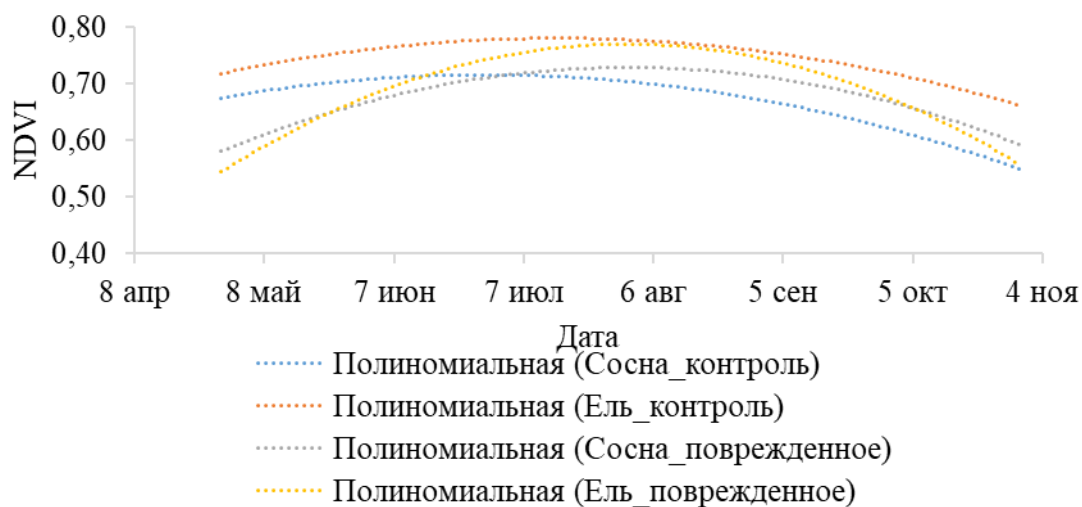
Поскольку значение индекса NDVI для контрольного участка было выше на всем анализируемом временном отрезке, то целесообразно найти точку пересечения NDVI двух участков насаждения. Момент расхождения данных линий является началом усыхания насаждений. Пример динамики NDVI по 2021 и 2022 г. представлен на рисунке 2.

В процессе анализа было выявлено, что значение NDVI в разный период вегетации имеет различие. По полученным значениям были построены полиномиальные линии тренда временного изменения NDVI для поврежденной и контрольной части.

На рисунке 3 представлены тренды временных рядов значений индекса NDVI для сосны и ели.



**Рисунок 2 – Динамика NDVI по двум предшествующим годам моменту обнаружения усыхания насаждения**



**Рисунок 3 – Тренды временных рядок индекса NDVI**

Из полученных данных следует, что для определения усыхания хвойных насаждений необходимо знать не только абсолютную величину среднего значения NDVI, но и разницу между показателями здоровых и поврежденных участков.

Использование данной методики позволит выявлять и локализовать поврежденные насаждения на ранней стадии.

УДК 630\*232.318 (047.31)

С.В. Ребко, доц., зав. кафедрой, канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск);

А.И. Новиков, доц., д-р техн. наук;

Т.П. Новикова, доц., канд. техн. наук;

Е.П. Петрищев, асп.

(ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, г. Воронеж, Российская Федерация)

## **РАЗНОУРОВНЕВЫЕ КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ РАЗМЕРНЫМИ И ВЕСОВЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ СЕМЯН СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ СОРТА «НЕГОРЕЛЬСКАЯ»**

В настоящее время в отрасли лесного хозяйства особое внимание уделяется вопросам получения и использования в лесокультурном производстве высококачественного посевного и посадочного материала основных лесообразующих древесных и кустарниковых видов, в том числе и сосны обыкновенной – самой распространенной в лесном фонде древесной породой. Использование при посеве качественного лесосеменного сырья в значительной степени предопределяет выход стандартного посадочного материала с единицы площади. Для целей искусственного лесовосстановления обязательным условием является использование при посадке стандартного посадочного материала.

Исследованиями ряда авторов установлено, что на рост и развитие всходов, сеянцев, саженцев и лесных культур, особенно в первые годы жизни растений, существенное влияние при прочих равных условиях оказывают параметры или размеры семян, а также их масса.

Произрастая и занимая значительные площади в пределах своего ареала, сосна обыкновенная характеризуется значительной изменчивостью и вариабельностью морфологических признаков семенного материала. Необходимость проведения исследования и установления взаимосвязей между геометрическими и гравиметрическими параметрами семян сосны обыкновенной обуславливается тем, что любое семя неправильной формы имеет длину, ширину и толщину. Также практически каждой древесной породе характерна своя, присущая только ей масса семени. Следует иметь в виду, что по своим размерам семена каждой древесной породы различаются между собой. На этих особенностях и основаны принципы сортирования лесных семян на фракции и их очистки от примесей. По толщине и ширине семена разделяют с помощью плоских или цилиндрических решет, на них же отделяют крупные и мелкие примеси. Решето конструктивно представляет собой металлический лист с отверстиями одинакового размера (продолговатыми или круглыми). Сквозь продолговатое отверстие решета проходят семена, толщина которых меньше ширины щели от-

верстия. Длина семени не имеет значения, так как она всегда меньше длины продолговатого отверстия. Ширина семени всегда больше толщины. Сквозь круглое отверстие семя может пройти в том случае, если его ширина меньше диаметра отверстия. Длина и толщина семени не препятствуют его проходу сквозь круглое отверстие. Следовательно, разделение семян по ширине возможно только на решетке с круглыми отверстиями. Для разделения семян по длине служит цилиндрический триер – вращающийся стальной цилиндр с отштампованными ячейками. Мелкие и короткие зерна полностью погружаются в ячейки, а длинные – частично. При повороте цилиндра из ячеек сначала выпадают более длинные зерна, а затем, после подъема и поворота ячейки, на приемник падают короткие зерна. В этой связи выявление взаимосвязей между размерными и весовыми параметрами семян позволят подойти к решению вопросов оптимизации использования посевного материала, а также интенсификации ресурсосберегающей технологии выращивания стандартного посадочного материала сортового уровня и его использования при производстве лесных культур сосны обыкновенной сорта «Негорельская».

Полученные результаты корреляционного анализа показывают, что взаимосвязи между геометрическими и гравиметрическими параметрами семян носят различный характер (таблица 1). Так, для первой выборки практически отсутствует корреляционная связь между параметрами толщины и длины семени ( $r = 0,21$ ), толщины и ширины семени ( $r = 0,28$ ), толщины и площади поверхности семени ( $r = 0,28$ ). Средний уровень корреляционной связи обнаружен между длиной и шириной семени ( $r = 0,51$ ), массой и длиной семени ( $r = 0,54$ ), массой и толщиной семени ( $r = 0,67$ ), массой и площадью поверхности семени ( $r = 0,67$ ). Высокий уровень корреляционной связи выявлен между площадью поверхности и объемом семени ( $r = 0,87$ ), площадью поверхности и шириной семени ( $r = 0,87$ ), площадью поверхности и длиной семени ( $r = 0,86$ ), объемом и шириной семени ( $r = 0,77$ ), объемом и массой семени ( $r = 0,76$ ), объемом и длиной семени ( $r = 0,72$ ), объемом и толщиной семени ( $r = 0,72$ ).

Во второй выборке корреляционная связь отсутствует только между толщиной и длиной семени ( $r = 0,29$ ). Низкая корреляционная связь отмечается между толщиной и площадью поверхности семени ( $r = 0,42$ ) и толщиной и шириной семени ( $r = 0,46$ ). Средний уровень корреляции выявлен между массой и шириной семени ( $r = 0,70$ ), массой и длиной семени ( $r = 0,69$ ), массой и толщиной семени ( $r = 0,64$ ), шириной и длиной семени ( $r = 0,55$ ). Тесная связь выявлена между площадью поверхности и длиной семени ( $r = 0,88$ ), площадью поверхности и шириной семени ( $r = 0,87$ ).



**Таблица 1 – Характер корреляционных связей между размерными и весовыми показателями сортовых семян сосны разных выборок**

Уровень корреляционной связи	Оцениваемые параметры семян	Значение коэффициента корреляции
<i>Первая выборка семян сосны обыкновенной сорта «Негорельская»</i>		
Высокий	площадь поверхности и объем семени	0,87
	площадь поверхности и ширина семени	0,87
	площадь поверхности и длина семени	0,86
	объем и ширина семени	0,77
	объем и масса семени	0,76
	объем и длина семени	0,72
	объем и толщина семени	0,72
Средний	масса и площадь поверхности семени	0,67
	масса и толщина семени	0,67
	масса и длина семени	0,54
	длина и ширина семени	0,51
Отсутствует	толщина и ширина семени	0,28
	толщина и площадь поверхности семени	0,28
	толщина и длина семени	0,21
<i>Вторая выборка семян сосны обыкновенной сорта «Негорельская»</i>		
Высокий	площадь поверхности и длина семени	0,88
	площадь поверхности и ширина семени	0,87
	объем и масса семени	0,86
	объем и ширина семени	0,81
	объем и толщина семени	0,79
	масса и площадь поверхности семени	0,79
	длина и объем семени	0,73
Средний	масса и ширина семени	0,70
	масса и длина семени	0,69
	масса и толщина семени	0,64
	ширина и длина семени	0,55
Низкий	толщина и ширина семени	0,46
	толщина и площадь поверхности семени	0,42
Отсутствует	толщина и длина семени	0,29
<i>Третья выборка семян сосны обыкновенной сорта «Негорельская»</i>		
Высокий	площадь поверхности и объем семени	0,91
	площадь поверхности и длина семени	0,87
	площадь поверхности и ширина семени	0,87
	объем и ширина семени	0,82
	объем и масса семени	0,80
	объем и длина семени	0,76
	объем и толщина семени	0,76
	масса и площадь поверхности семени	0,72
Средний	масса и ширина семени	0,63
	масса и длина семени	0,62
	масса и толщина семени	0,60
	ширина и длина семени	0,53
Низкий	толщина и ширина семени	0,45
	толщина и площадь поверхности семени	0,43
	толщина и длина семени	0,32

Также выявлена между объемом и массой семени ( $r = 0,86$ ), объемом и шириной семени ( $r = 0,81$ ), объемом и толщиной семени ( $r = 0,79$ ), массой и площадью поверхности семени ( $r = 0,79$ ), длиной и объемом семени ( $r = 0,73$ ).

В третьей выборке отсутствия корреляционной связи между любыми случайно взятыми для анализа параметрами не обнаружено. Низкий уровень связи установлен между толщиной и шириной семени ( $r = 0,45$ ), толщиной и площадью поверхности семени ( $r = 0,43$ ), толщиной и длиной семени ( $r = 0,32$ ). Средний уровень корреляции выявлен между массой и шириной семени ( $r = 0,63$ ), массой и длиной семени ( $r = 0,62$ ), массой и толщиной семени ( $r = 0,60$ ), шириной и длиной семени ( $r = 0,53$ ). Высокий уровень взаимосвязи обнаружен между площадью поверхности и объемом семени ( $r = 0,91$ ), площадью поверхности и длиной семени ( $r = 0,87$ ), площадью поверхности и шириной семени ( $r = 0,87$ ), объемом и шириной семени ( $r = 0,82$ ), объемом и массой семени ( $r = 0,80$ ), объемом и толщиной семени ( $r = 0,76$ ), объемом и длиной семени ( $r = 0,76$ ), массой и площадью поверхности семени ( $r = 0,72$ ).

Для всей генеральной выборки сортовых семян сосны обыкновенной уровни корреляционной связи представлены в таблице 2. Высокий уровень корреляционной связи установлен между площадью поверхности и объемом семени ( $r = 0,89$ ), площадью поверхности и длиной семени ( $r = 0,88$ ), площадью поверхности и шириной семени ( $r = 0,88$ ), шириной и объемом семени ( $r = 0,81$ ), массой и объемом семени ( $r = 0,80$ ), толщиной и объемом семени ( $r = 0,77$ ), длиной и объемом семени ( $r = 0,75$ ), массой и площадью поверхности семени ( $r = 0,72$ ).

**Таблица 2 – Характер корреляционных связей между размерными и весовыми показателями генеральной совокупности сортовых семян**

Уровень корреляционной связи	Оцениваемые параметры семян	Значение коэффициента корреляции
Высокий	площадь поверхности и объем семени	0,89
	площадь поверхности и длина семени	0,88
	площадь поверхности и ширина семени	0,88
	объем и масса семени	0,80
	объем и толщина семени	0,77
	объем и длина семени	0,75
	масса и площадь поверхности семени	0,72
Средний	масса и длина семени	0,64
	масса и ширина семени	0,62
	масса и толщина семени	0,59
	длина и ширина семени	0,55
Низкий	толщина и ширина семени	0,41
	толщина и площадь поверхности семени	0,40
Отсутствует	толщина и длина семени	0,29

Средний уровень корреляции выявлен между параметрами массы и длины семени ( $r = 0,64$ ), массы и ширины семени ( $r = 0,62$ ), массы и толщины семени ( $r = 0,59$ ), длины и ширины семени ( $r = 0,55$ ). Низкий уровень зависимости установлен для таких параметров как толщина и ширина семени ( $r = 0,41$ ), и толщина и площадь поверхности семени ( $r = 0,40$ ). Отсутствие корреляционной связи обнаружено только между параметрами длины и толщины семени ( $r = 0,29$ ).

Полученные расчеты размерно-весовых показателей сортовых семян сосны обыкновенной позволяют заключить, что по длине и ширине семени коэффициент варьирования [1] во всех выборках не превышает 11%, что соответствует низкому уровню изменчивости, по толщине семени данный показатель находится на уровне 13–14% (соответствует среднему уровню изменчивости), по массе семени уровень изменчивости достигает 28–31%, что характеризует выборки высоким уровнем изменчивости.

Выявленные различного уровня корреляционные связи между размерными и весовыми показателями семян сосны обыкновенной сорта «Негорельская» будут нами учтены в дальнейших исследованиях при нахождении взаимосвязей между вышеуказанными параметрами и показателями роста сортовых сеянцев и растений в культурах [2, 3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства *Pinaceae* на Урале). – М.: Наука, 1972. – 284 с.
2. Ребко С.В., Новиков А.И., Новикова Т.П., Петрищев Е.П. Взаимосвязи между геометрическими и гравиметрическими параметрами семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) сорта «Негорельская» // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. – 2024. – № 1 (276). – С. 66–76.
3. Новиков А.И., Ребко С.В., Новикова Т.П., Петрищев Е.П. Влияние индивидуальной массы семян сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) сорта «Негорельская» на 30-дневное прорастание в 40-ячеистых SideSlit-контейнерах // Лесотехнический журнал. – 2023. – Т. 13. – № 2 (50). – С. 59–86. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2023.2/4.

С.В. Ребко, доц., зав. кафедрой, канд. с.-х. наук;  
Л.Ф. Поплавская, доц., канд. с.-х. наук;  
П.В. Тупик, зам. декана ЛХФ, доц., канд. с.-х. наук; П.В. Боровик, маг.  
(БГТУ, г. Минск)

## **СТРОЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПО ДИАМЕТРУ**

Строение одновозрастных приспевающих насаждений подчиняется закону нормального распределения со сдвигом в сторону больших диаметров. Так, по результатам исследований, проведенных в Воронежской области М.И. Михайловой и М.П. Чернышевым, установлено, что у местных лесостепных экотипов сосны распределение деревьев имеет одновершинный, типичный для нормального распределения характер, но с незначительной правой асимметрией.

Распределение деревьев инорайонных степных экотипов имеет также ассиметричное, но двухвершинное распределение, что связано с естественным циклично-волновым отпадом тонкомерных деревьев сосны степных экотипов, произрастающих в условиях лесостепи, где расположен объект исследования. В культурах лесостепных экотипов сосны в пяти центральных ступенях толщины сосредоточено 65,3% деревьев, а у степных – только 52,0% от их общего количества.

В таблице представлено распределение деревьев сосны обыкновенной различных климатипов по 2-сантиметровым ступеням толщины, выраженное в процентах от общего их количества. У северных климатипов (архангельский, ленинградский, вологодский) основная масса деревьев (54–57%) сконцентрирована в нижних ступенях толщины (12–22 см). Кривая распределения имеет левостороннюю асимметрию, причем наиболее резко выраженную асимметрию со сдвигом в сторону меньших диаметров имеет архангельский климатип.

Строение древостоев по диаметру местных климатипов (витебский, минский гродненский), а также хмельницкого климатипа, характеризуются кривой нормального распределения со сдвигом в правую сторону и основная масса деревьев (66–70%) расположена в пределах четырех средних ступеней толщины (24–36 см).

У Прибалтийских климатипов основная масса деревьев находится в ступенях толщины от 20 до 28 см, строение древостоя подчиняется нормальному распределению. Строение древостоев юго-восточного климатипа (полтавский), который представляет степную зону, также имеет нормальное распределение, однако кривая имеет 2 явно выраженные пика, что может свидетельствовать о несоответствии условий произрастания и роста данного климатипа.

**Таблица – Распределение деревьев сосны обыкновенной различных климатипов по двухсантиметровым ступеням толщины**

Климатип	Распределение деревьев по ступеням толщины, %														
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
Архангельский	21,4	25,0	10,7	3,5	7,0	–	3,5	3,5	7,0	3,5	3,5	7,0	3,5	–	–
Ленинградский	–	2,3	18,2	20,5	15,9	4,6	13,6	13,6	6,8	4,6	–	–	–	–	–
Томский	2,4	4,8	7,3	4,8	17,1	4,8	22,0	14,6	9,8	4,9	4,9	4,8	2,4	–	–
Вологодская	6,7	–	8,9	17,8	22,2	17,8	11,1	–	11,1	2,2	–	–	2,2	–	–
Эстонский	–	–		2,9	14,7	20,6	2,9	14,7	20,6	11,7	8,8	2,9	–	–	–
Латвийский	–	–	7,9	12,7	11,1	11,1	14,3	7,9	9,5	7,9	6,3	3,2	7,9	–	–
Витебский	–	–	4,2	2,1	2,1	2,1	4,2	8,3	18,7	6,2	18,7	12,5	14,5	2,1	6,2
Минский	–	–	4,8	9,6	2,4	4,8	19,0	2,4	19,0	11,9	14,3	4,8	4,8	2,4	–
Ульяновский	–	7,0	10,5	8,8	19,3	10,5	8,8	12,3	15,8	5,3	1,7	–	–	–	–
Башкирский	3,2	6,4	12,8	9,7	6,4	6,4	16,1	6,4	9,7	6,4	6,4	3,2	–	–	–
Гродненский	4,1	3,5	4,7	5,9	9,4	5,9	5,9	3,5	7,1	5,9	11,8	2,3	2,3	3,5	1,2
Курский	–	1,5	1,5	3,0	12,3	7,7	13,8	15,4	32,3	1,5	3,0	1,5	4,6	1,5	–
Белгородский	–	–	–	–	4,3	6,5	8,6	8,6	17,4	28,2	8,6	13,0	2,1	2,1	–
Хмельницкий	–	3,3	6,6	13,1	9,8	14,8	16,4	13,1	8,2	4,9	8,2	1,6	–	–	–
Ростовская	–	10,2	15,4	20,5	10,2	2,5	2,5	12,8	5,1	–	2,5	–	5,1	10,2	–
Полтавский	–	5,3	12,3	5,3	8,8	1,8	8,8	8,8	19,3	5,3	12,3	7,0	3,5	1,8	–

У лесостепных климатипов (белгородский, курский) кривая распределения имеет правостороннюю асимметрию и основная масса деревьев (61–67%) представлена тремя более крупными ступенями толщины (24–28 см у курского и 28–34 см у белгородского климатипов).

Башкирский и ульяновский климатипы, которые представляют Южно-уральский и Средневожский лесосеменные районы, по строению древостоев также описываются кривыми нормального распределения с достаточно равномерным распределением деревьев по ступеням толщины, а в средних ступенях толщины сосредоточено только 45–50 % деревьев.

В связи с тем, что деревья на всех секциях имеют одинаковый биологический возраст, равный на время их закладки и составляет соответственно 62 года, а также с учетом того, что данные климатипы произрастают в одинаковых условиях ( $B_2$ ), то установленные у них границы варьирования диаметров на высоте 1,3 м при отсутствии рубок ухода можно объяснить только их индивидуальной изменчивостью, обусловленной принадлежностью семян к соответствующим лесосеменным районам.

С.В. Ребко, зав. каф., доц., канд. с.-х. наук;  
Л.Ф. Поплавская, доц., канд. с.-х. наук;  
П.В. Тупик, зам. декана ЛХФ, доц., канд. с.-х. наук;  
Б.А. Найденов, маг.  
(БГТУ, г. Минск)

## СТРОЕНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ПО ДИАМЕТРУ

В результате исследований, проведенных в Западной Европе, установлено, что климатипы северного происхождения показывают медленный рост при выращивании их в более южных условиях, южные же при переброске в более северные районы растут лучше. Имеются также сведения об успешном росте западных климативов при переброске семян даже за пределы ее ареала. Так, по данным Г.И. Редько, А.Д. Дурсина в условиях Ленинградской области лучшим ростом в молодом возрасте характеризуются культуры ели из семян Белорусско-Балтийского, Днепровско-Припятского и Восточно-Карпатского округов. Установлена положительная корреляционная связь между высотой культур и климатическим индексом ( $R=0,50$ ) и между высотой и гидротермическим коэффициентом ( $R=0,70\pm 0,12$ ).

Наши исследования показали, что в первые годы жизни наиболее успешным ростом характеризовалась ель из южных и западных районов (Ивано-Франковская и Гродненская); замедленный рост наблюдался у ели северных вариантов (Вологодская и Новгородская).

Ель Минского и Витебского происхождения занимала промежуточное положение по энергии роста. Данные роста шестидесятилетних культур показывают, что все географические варианты ели европейской в условиях Неманско-Предполесского геоботанического округа подзоны елово-грабовых дубрав являются высокопродуктивными насаждениями, произрастают по I и I<sup>a</sup> классам бонитета.

У большинства климатипов отмечается сильный уровень изменчивости (более 30%), что свидетельствует о благоприятных условиях произрастания для большинства генотипов и в таких условиях естественный отбор сохраняет большее количество генотипов. Средний уровень изменчивости наблюдается у Новгородского (25,2%) и Ивано-Франковского (29,2%) климатипов, у этих климатипов естественный отбор сохранил наиболее устойчивые для данных условий генотипы.

Средние значения диаметров деревьев, а также распределение деревьев ели различных климатипов по диаметру (рис. 1–6) свидетельствует о неравномерности протекания дифференциации деревьев различных происхождений.

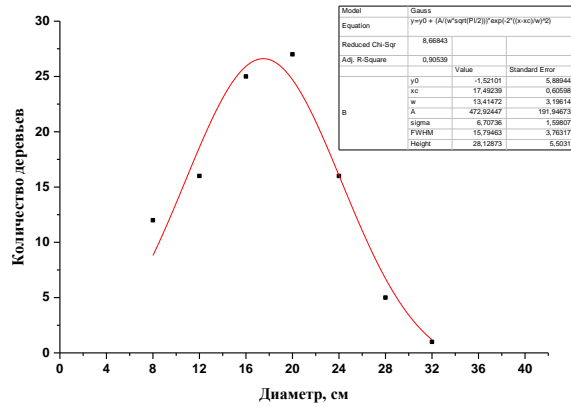


Рисунок 1 – Кривая распределения деревьев по диаметру Минского климатипа

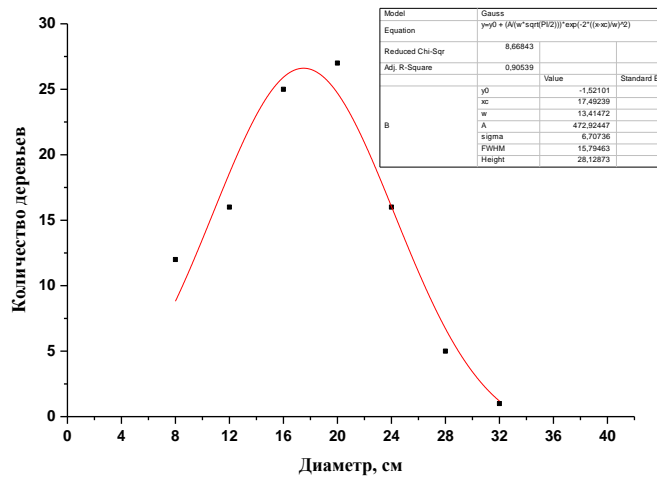


Рисунок 2 – Кривая распределения деревьев по диаметру Витебского климатипа

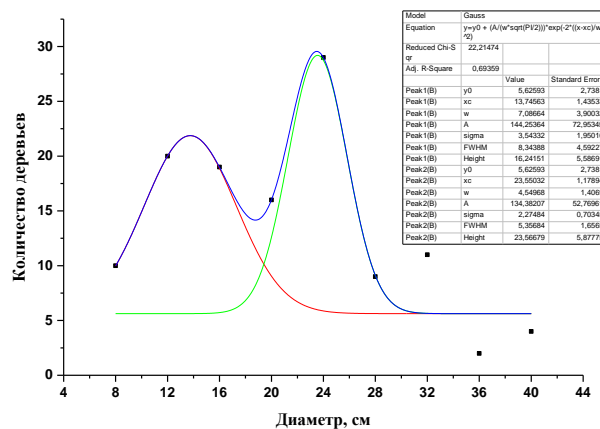
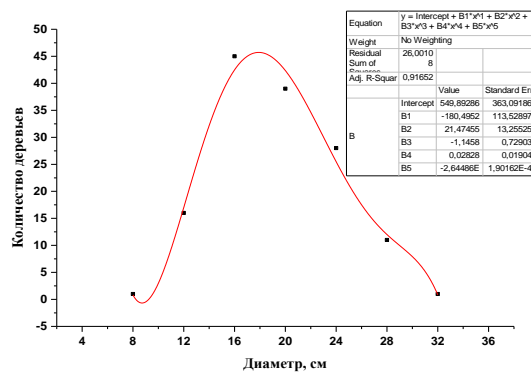
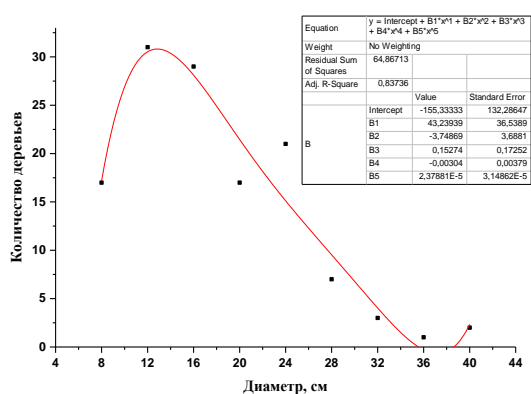


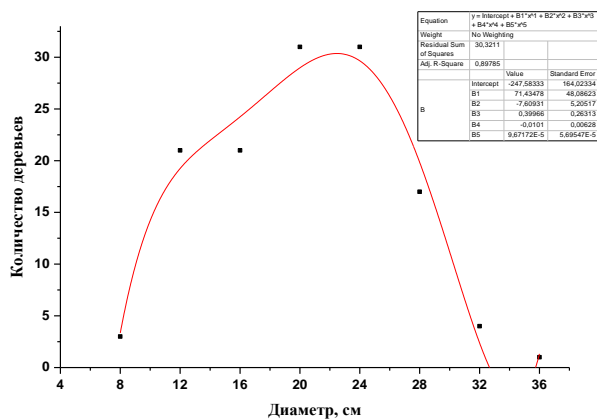
Рисунок 3 – Кривая распределения деревьев по диаметру Гродненского климатипа



**Рисунок 4 – Кривая распределения деревьев по диаметру Новгородского климатипа**



**Рисунок 5 – Кривая распределения деревьев по диаметру Вологодского климатипа**



**Рисунок 6 – Кривая распределения по диаметру Ивано-Франковского климатипа**

Значительное преобладание деревьев с меньшими диаметрами наблюдается в культурах из семян северного происхождения. Так у наиболее северного Вологодского климатипа 48% деревьев распределяются в пределах от 8 до 16 см. В этом случае для северных происхождений климат меняется постепенно и наблюдается линейный от-



бор, т.е. популяция постепенно сдвигается в сторону сохранения более медленно растущих, но более устойчивых генотипов. В эту же сторону сдвигается и среднее значения популяции.

У местных климатипов (Минский и Витебский) распределение числа деревьев по диаметру описывается кривой нормального распределения. В данном случае сохраняются генотипы близкие к среднему значению, наблюдается стабилизирующий естественный отбор. Отсюда можно сделать вывод, что местные климатипы находятся в равновесном состоянии, хотя по показателям роста уступают южному и западному климатипам.

У Южного Ивано-Франковского климатипа преобладают деревья с большим диаметром по отношению к среднему, которые составляют 41%. На долю мелких деревьев приходится 34,8%. Для данного климатипа также характерен линейный естественный отбор, но в отличие от северных климатипов, сдвиг средней величины направлен вправо, т.е. в сторону более быстрорастущих генотипов.

Насаждение ели, выращенное из семян Гродненского происхождения, характеризуется значительным разбросом деревьев по диаметру. Кривая распределение деревьев по диаметру имеет два пика. Это свидетельствует о том, что естественный отбор сохраняет здесь деревья, уклоняющиеся от среднего значения, как в одну, так и другую сторону. Это происходит в том случае, когда климатические условия не соответствуют успешному росту популяции, и она разрывается на две локальных более отвечающих данным условиям. Действует так называемый разрывающий естественный отбор.

УДК 712.4

М.В. Репях, доц., канд. с.-х. наук;  
В.Д. Терешкова, студ.  
(СибГУ им. М. Ф. Решетнева,  
г. Красноярск, Российская Федерация)

### **РЕЗУЛЬТАТЫ СОСТОЯНИЯ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ЛАНДШАФТА МАДОУ ДЕТСКИЙ САД № 15 «СИБИРЯЧОК» Г. КАНСКА**

Город Канск является городским округом, расположенным в центре лесостепной Канско-Рыбинской котловины по обоим берегам реки Кан, правого притока Енисея. Площадь г. Канска составляет 91,8 тыс. км<sup>2</sup>, удаленность от краевого центра, г. Красноярска, составляет 203 км. Канск расположен в зоне резко континентального климата.

Озеленение является главным способом радикального изменения природных условий многих районов. Данный вопрос объявляется

важным для настоящего времени [1]. Правильное размещение насаждений помогает добиться заметного эффекта снижения уровня шума, загазованности и запыленности, направления температуры и относительную влажность воздуха.

Все это повышает уровень комфортности человека в местах отдыха, прогулок и пешеходного движения [2]. Разнообразием форм, фактур и цвета растения придают выразительность архитектурным ансамблям и являются одним из средств решения ландшафтной архитектуры города [1]. Зеленые насаждения на различных объектах нуждаются в обследовании и проведении нужных мероприятий, улучшающих сложившуюся неблагоприятную ситуацию [2]. Детские сады - важные объекты обслуживания населения жилых комплексов. Территории детских садов занимают значительную часть в общем балансе озеленения территории жилого района или микрорайона. Уровень озеленения по современным нормативам должен составлять до 60 %. Озеленение детских учреждений должно создавать приятную обстановку для отдыха детей, в абсолютно свободной форме приучать к бережному отношению к природе и доносить информацию о ее уникальной красоте [3,4].

Объектом исследования является муниципальное автономное образовательное учреждение Детский сад комбинированного вида № 15 «Сибирячок», расположенный по адресу г. Канск, Северный микрорайон, д. 28. Функционирует с 1987 года. Детский сад является самым крупным дошкольным образовательным учреждением в городе. Общая численность - 339 человек. При проектировании внешнего благоустройства и озеленения территории требуется провести четкое функциональное зонирование [5]. Необходимо определить функции, которые будет выполнять та или иная часть территории детского сада.

При проектировании территории детского сада была использована регулярная система разбивки, что позволила экономно использовать земельную площадь и более рационально сконцентрировать все элементы в общий комплекс. Насаждения будут объединять все зоны в единое целое, отделяя, при этом площадки друг от друга. Это обеспечит защиту от шума, пыли и создаст благоприятные условия для обучающихся. Норма озеленения территории детского сада на 1 га составляет 180-220 шт. деревьев, 1800-2200 шт. кустарников [2], то на 0,8 га приходится 144-176 шт. деревьев и 1440-1760 шт. кустарников. С учетом удаленных экземпляров на данной территории произрастает 41 шт. деревьев и 27 шт. кустарников, что свидетельствует о грубом нарушении норм озеленения. По периметру участка местами отсут-

ствуют насаждения, требующие реконструкции путем посадки недостающих растений.

Озеленение территории детского сада представлено деревьями (береза повислая, ель сибирская, клен ясенелистный, лиственница сибирская, яблоня сибирская) и кустарниками (карагана древовидная, сирень венгерская) в рядовых и одиночных посадках, группах, хаотичным расположением и цветником. Согласно планировочному решению, ассортимент растений скуден, насаждения размещены неразумно, имеется загущенность посадок.

При обследовании объекта было насчитано общее количество деревьев, которое составило 43 шт. и кустарников - 31 шт. Цветочное оформление представлено клумбой площадью 5,7 м<sup>2</sup> и цветником в контейнере площадью 0,8 м<sup>2</sup> из однолетников и многолетников: бархатцы отклоненные, петуния гибридная, агератум мексиканский, гладиолус. Ассортимент цветника меняется каждый год.

На территории детского сада имеется обыкновенный газон, площадью 6722,4 м<sup>2</sup>, состав травянистого покрова - разнотравие. Дорожно-тропиночная сеть вокруг здания развита удовлетворительно.

Игровые площадки не имеют какого-либо покрытия. Каждая площадка оборудована теньевым навесом - беседкой. Входная зона на участке имеет цветник и игровую площадку слева от входа. Спортивная зона представлена площадкой, покрытой плитками из резиновой крошки. Хозяйственная зона расположена так же в северной части рядом с входом в пищеблок и включает мусоросборник. Все находится в хорошем состоянии. Отсутствует сарай для хранения инвентаря. Участок в зоне въезда в хозяйственную зону захламлен, требуется его ликвидация. Результаты обследований насаждений свидетельствуют о том, что состояние озеленения территории детского сада неудовлетворительное, поскольку количество деревьев и кустарников не соответствует установленным нормам.

На территории детского сада требуется удалить экземпляры клена ясенелистного и караганы древовидной (6 шт.), которые потеряли свою декоративность в связи с большим количеством сухих ветвей и загущенностью. К пересадке рекомендована сирень венгерская (4 шт.). Вся остальная древесно-кустарниковая растительность рекомендована к сохранению и требует санитарной, формовочной обрезки, дождеванию кроны.

Цветочное оформление на территории детского сада находится в хорошем состоянии, имеет оценку 1 балл (растительная группировка с четкими контурами с наличием здоровых и отсутствием ослаблен-

ных, засыхающих растений, без сорняков, почвы плодородные) и не требует ремонта.

Оценка состояния газона была проведена визуально и составила 2 балла (травянистый покров представлен злаковыми видами трав с наличием сорняков (до 15 %), имеющих участки с редким травостоем). Площадь, требующая ремонта, составила 1354,6 м<sup>2</sup>. На поврежденных участках рекомендован посев травянистых растений, устойчивых к вытаптыванию (райграс пастбищный, мятлик луговой, овсяница красная).

Пешеходные дорожки должны представлять собой линейные сооружения, выполненные из различных строительных материалов, способные выдерживать расчетные нагрузки при различных климатических и гидрогеологических условиях [2]. На данной территории оценка состояния дорожек и площадок составила 2 балла (удовлетворительное), поскольку наблюдаются неровности и впадины, а также имеются разрушения покрытий и бордюров (5-10 %), требует ремонта.

Таким образом, в ходе обследования территории детского сада был составлен инвентарный план и баланс территории. Наибольшую площадь занимают газоны – 6722,4 м<sup>2</sup> (83,2 %), затем дороги и дорожки – 595,3 м<sup>2</sup> (7,3 %), здания и сооружения – 579,2 м<sup>2</sup> (7,3 %), площадки – 104,0 м<sup>2</sup> (1,2 %), деревья и кустарники – 74,8 м<sup>2</sup> (0,9 %) и цветники – 6,5 м<sup>2</sup> (0,1 %).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гостев, В.Ф. Проектирование садов и парков : учебное пособие / В. Ф. Гостев, И.Н. Юскевич. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 344 с. – Текст : непосредственный
2. Боговая, И. О. Озеленение населенных мест : учебное пособие / И.О. Боговая, В.С. Теодоронский. – 2-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 240 с.
3. Чомаева, М.Н. Роль зеленых насаждений для городской среды / М.Н. Чомаева. – Текст : непосредственный // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – Карачаевск. – 2020. – С.12-14.
4. Протопопова, Е. Н. Озеленение промышленных городов Красноярского края: практические рекомендации / Е. Н. Протопопова. – Красноярск, 1987. – 65 с.
5. Шарпова, А.В. Озеленение малых городов России / А.В. Шарпова. – Текст : непосредственный // Тенденции развития науки и образования. – Самара. – 2021. – №. 73-3. – С. 53-56.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ МОРФОМЕТРИИ  
ДЛЯ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ВОЗРАСТОВ ЛИЧИНОК ГАЛЛИЦЫ  
*OBOLODIPLOSIS ROBINIAE* (HALD.) –  
ИНВАЗИВНОГО ВРЕДИТЕЛЯ РОБИНИИ ОБЫКНОВЕННОЙ**

Робиния обыкновенная, или белая акация (*Robinia pseudoacacia* L.) несколько столетий тому назад была интродуцирована в Европу из Северной Америки. В регионах с благоприятным для произрастания климатом она успешно натурализуется и внедряется в лесные массивы, осваивает пустоши и выводимые из сельхозоборота пахотные земли. В настоящее время в Республике Беларусь робиния обыкновенная признана опасным инвазивным видом [1]. Тем не менее белая акация широко представлена во многих существующих зеленых насаждениях, и поддержание должного фитосанитарного состояния имеющихся посадок является практически значимой задачей.

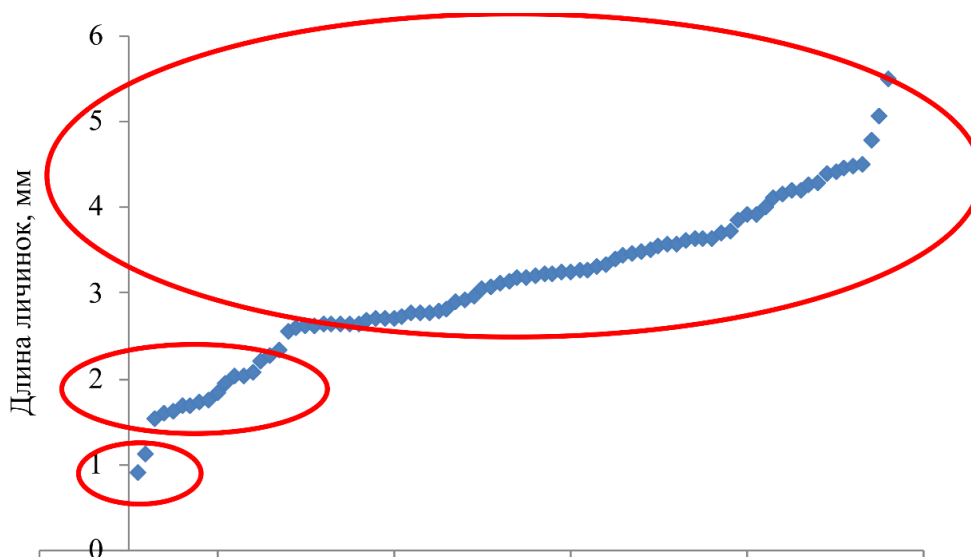
Во вторичном ареале на территории Европы робиния обыкновенная долгое время обладала комплексной (в терминологии И.Д. Шапиро [2]) относительной устойчивостью к фитофагам. Однако в конце прошлого века сюда из Северной Америки были завезены ее специализированные фитофаги, в числе которых верхнесторонняя [3] и нижнесторонняя [3, 4] минирующие моли, голенастый пилильщик [5], а также белоакациевая листовая галлица (*Obolodiplosis robiniae* Haldeman), которая в настоящее время включена в «Черную книгу инвазивных видов животных Беларуси» [6]. В литературе [7] имеются описания морфологии ее личинок всех трех возрастов, однако их детальная морфометрическая характеристика отсутствует. Между тем параметры морфометрии могут позволить диагностировать возрастную принадлежность регистрируемых в листовых галлах особей с тем, чтобы выполнить реконструкции хода сезонного развития инвайдера в условиях тех или иных регионов. Исходя из вышеизложенного целью исследований была проверка возможности разграничения возрастов личинок *O. robiniae* на основе данных морфометрии.

Сбор цецидологического материала (листья робинии обыкновенной с характерной формы галлами) был выполнен в зеленых насаждениях гг. Минск, Витебск, Полоцк, Брест, Ляховичи, а также аг. Грабовка (Гомельская область). Листья полиэтиленовых пакетах с замком zip-lock помещали в морозильник для кратковременного хранения. Галлы вскрывали под бинокулярным микроскопом Zeiss Stemi 2000, извлекали личинок *O. robiniae*, фиксировали и хранили в этано-

ле. Микроскопические препараты изготавливали по методике, адаптированной для личинок молей-пестрянок, в заключающей среде Entellan [8]. Для съемки промеров частей головного отдела, а также грудных и брюшных сегментов личинок использован микроскоп Zeiss AxioStar + с окулярной мерной шкалой, измерения проводились при увеличении  $1000\times$ . Статистический анализ данных морфометрии выполнен средствами программного пакета PAST 4.15 [9].

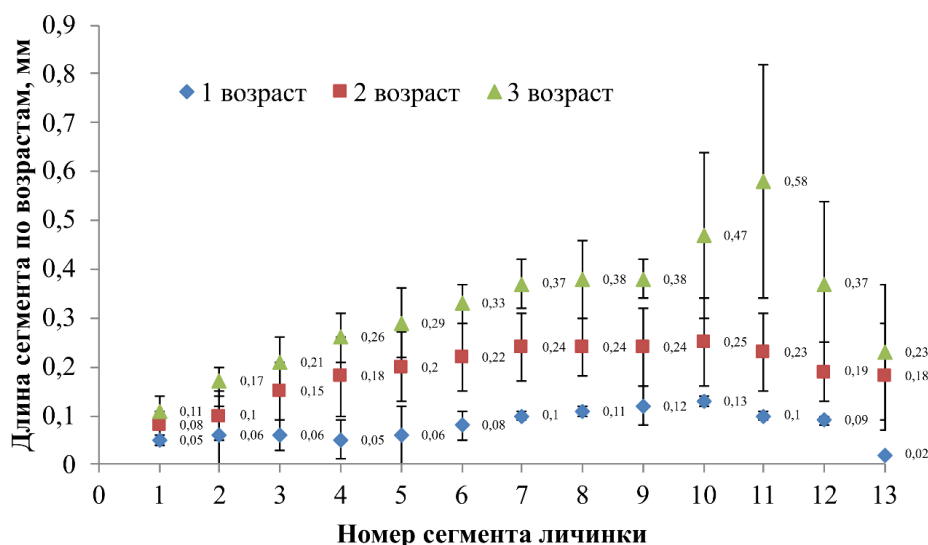
Личинкам *O. robiniae*, и других представителей семейства галлиц, характерно прохождение в своем развитии 3 возрастов [10]. В зарубежных публикациях приводятся рамочные данные по длине тела личинок белоакациевой листовой галлицы ( $0,23-(1,00\pm 0,30)$ ) мм – 1-й возраст, ( $1,50-(3,00\pm 0,50)$ ) мм – 2-й возраст, ( $3,50-(4,20\pm 0,30)$ ) мм – 3-й возраст [7, 11]. Относительно мелкие размеры тела затрудняют съемку промеров ширины и длины отдельных сегментов тела при необходимости экспресс-диагностики возрастной принадлежности личинок. Поэтому внимание было уделено «крупнейшим» промерам, в частности, общей длине тела.

На рисунке 1 визуализировано распределение значений данного параметра для 86 личинок галлицы *O. robiniae*. Выполненная съемка промеров длины отдельных сегментов тела 48 личинок всех 3-х возрастов дала массив данных, позволяющий анализировать межвозрастные различия параметров длины всех сегментов тела.



**Рисунок 1 – Распределение значений параметра общей длины тела личинок белоакациевой листовой галлицы (*Obolodiplosis robiniae* (Haldeman)) (эллипсы очерчивают сгущения точек для личинок разныхх возрастов)**

На рисунке 2 представлены результаты визуализации диапазонов варьирования признаков (размаха значений параметров длины отдельных сегментов) тела личинок. Значения параметров длины отдельных сегментов тела личинок разных возрастов в большинстве своем перекрываются, однако для 6-х, 7-х, 8-х, 9-х и 11-х сегментов просматриваются разрывы, причем длины 7-х и 11-х характеризуются очевидными разрывами диапазонов варьирования признака для личинок разных возрастов.



**Рисунок 2 – Размах варьирования значений параметров длины отдельных сегментов тела личинок белоакациевой листовой галлицы (*Obolodiplosis robiniae* (Haldeman)) разных возрастов**

Полученные предварительные данные позволяют выделить параметры морфометрии, на которых целесообразно сфокусироваться в поиске надежных и простых в применении способов идентификации возрастной принадлежности личинок этого опасного инвазивного вредителя робинии обыкновенной в декоративных зеленых насаждениях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Черная книга флоры Беларуси: чужеродные вредоносные растения / Д. В. Дубовик [и др.]; под общ. ред. В. И. Парфенова, А. В. Пугачевского. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 407 с.
2. Шапиро, И. Д. Иммуитет полевых культур к насекомым и клещам. – Л.: ЗИН АН СССР, 1985. – 321 с.
3. Сауткин, Ф. В. Современное распространение в условиях Беларуси инвазивных видов минирующих молей (Lepidoptera: Gracillariidae) – филлофагов-минеров белой акации (*Robinia pseudoacacia*) /

Ф. В. Сауткин, С. И. Евдошенко // Вестник Белорус. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География. – 2012. – № 1. – С. 103–104.

4. Šefrová, H. *Phyllonorycter robiniella* (Clemens, 1859) – egg, larva, bionomics and it's spread in Europe (Lepidoptera, Gracillariidae) / H. Šefrová // Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. – 2002. – N. 3. – P. 7–12.

5. Сауткин, Ф. В. Современное распространение белоакациевого голенастого пилильщика (*Nematus tibialis* Newman, 1837) на территории Беларуси / Ф. В. Сауткин, О. В. Синчук // XVII Республиканская научно-практическая конференция молодых ученых: м-лы, Брест, 15 мая 2015 г. – Брест: БРГУ, 2015. – Ч. 1. – С. 129–131.

6. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / В. П. Семенченко [и др.]; под общ. ред. В. П. Семенченко, С. В. Буги. – Минск: Беларуская навука, 2020. – 163 с.

7. Левченко, И. С. К изучению биологии белоакациевой листовой галлицы *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847) (Diptera: Cecidomyiidae) в Донбассе / И. С. Левченко, В. В. Мартынов // Промышленная ботаника. – Донецк, 2019. – Вып. 19. – № 3 – С. 98–109.

8. Рогинский, А. С. Рекомендации по изучению биологии, экологии и вредоносности каштановой минирующей моли в рамках учебной научно-исследовательской работы студентов и школьников / А. С. Рогинский. – Минск: БГУ, 2020. – 19 с.

9. PAST 4.15 manual [Electronic resource]. – Mode of access: <https://folk.uio.no/ohammer/past/past4manual.pdf> – Date of access: 15.01.2024.

10. Мамаев, Б. М. Личинки галлиц (Сравнительная морфология, биология, определительные таблицы) / Б. М. Мамаев, Н. П. Кривошеина. – М.: Наука, 1965. – 279 с.

11. Molnár, B. Occurrence of two pest gall midges, *Obolodiplosis robiniae* (Haldeman) and *Dasineura gleditchiae* (Osten Sacken) (Diptera: Cecidomyiidae) on ornamental trees in Sweden / B. Molnár, T. Boddum, G. Szöcs, Y. Hillbur // Entomologisk tidskrift. – 2009. – Vol. 130. – P. 113–120.

*Работа выполнена при рамках научно-исследовательского проекта  
«Морфометрическая характеристика личинок белоакациевой  
лиственной галлицы (*Obolodiplosis robiniae* (Haldeman, 1847)) – инвазивного  
вредителя зеленых насаждений Беларуси» (№ Госрегистрации  
20230706), поддержанного грантом  
Министерства образования Республики Беларусь*



**ПЕРСПЕКТИВЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ СЪЕДОБНОГО  
БАЗИДИАЛЬНОГО ГРИБА *AURICULARIA NIGRICANS*  
В ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ**

Одной из актуальных задач грибоводства в Беларуси является поиск перспективных для интродукции в культуру высокопродуктивных съедобных и лекарственных видов грибов. Среди них одни из наиболее популярных – виды рода *Auricularia*. Эти грибы являются одним из профилактических средств при гипертонии и атеросклерозе. Их используют для повышения иммунитета, лечения желудочно-кишечных заболеваний, при воспалении горла и глаз [1].

Требования базидиомицетов к температуре на разных этапах развития определяются биологическими особенностями вида и штамма. При высоких температурах грибы погибают, тогда как холод менее опасен. Большинство грибов прекращают свою жизнедеятельность при 0°C, но их можно еще долго сохранять живыми. Температурный оптимум для аурикулярии (*A. nigricans*), шиитаке (*L. edodes*) и мейтаке (*G. frondosa*) чаще всего находится в пределах 23-30°C. При этом, образование примордиев происходит при температуре 16-21°C, тогда как формирование плодовых тел – 15-18°C [2].

Большинство грибов требует для своего развития достаточно высокой влажности воздуха и субстрата. При более высоком содержании влаги грибы страдают от недостатка кислорода. При недостаточной влажности они не могут нормально развиваться, теряется упругость клеток, пропорции между ножкой и шляпкой нарушаются. Известно, что при интенсивном культивировании оптимальное содержание влажности компонентов субстратов находится в пределах 55-70% [3]. Относительная влажность воздуха во время формирования примордиев базидиальных грибов должна быть 95-100%, а во время формирования плодовых тел – 60-75% [3].

Целью данной работы являлось изучение перспективы культивирования *A. nigricans* в природно-климатических условиях юго-востока Республики Беларусь.

В качестве объектов исследований использовали чистые культуры *A. nigricans* (штамм 174) из коллекции штаммов грибов Института леса НАН Беларуси (FIB).

Для исследования эколого-биологических особенностей роста и плодоношения *A. nigricans* в условиях закрытого грунта эксперименты проводили на учебно-производственной плантации съедобных и ле-

карственных грибов УО «Гомельский государственный университет имени Франциска Скорины», находящейся в Макеевском лесничестве Гомельского опытного лесхоза, а в условиях открытого грунта – на территории постоянного лесного питомника в Корневской экспериментальной лесной базе. [4].

Одними из важнейших условий выращивания грибов являются температура и влажность воздуха. В наших исследованиях проводились замеры среднесуточной температуры и среднесуточной влажности воздуха как в период плодоношения, так и в период между волнами плодоношения (таблицы 1-4).

**Таблица 1 – Зависимость среднесуточной температуры воздуха и массы собранных грибов *A. nigricans* 174 в условиях закрытого грунта**

Волна плодоношения	Среднесуточная температура в период плодоношения, °С	Среднесуточная температура в период между волнами плодоношения, °С	Средняя урожайность с 1-го отрубка, кг
1	26,6	25,7	236,8
2	27,9	24,9	262,1
3	21,1	19,8	108,3
Среднее за 3 волны	25,2	23,5	202,4

Как видно из таблицы самый высокий урожай показала вторая волна плодоношения при среднесуточной температуре воздуха 27,9°С в период плодоношения. Самый низкий урожай – третья волна при среднесуточной температуре воздуха 21,1°С в период плодоношения.

**Таблица 2 – Зависимость среднесуточной влажности воздуха в теплице и массы собранных грибов *A. nigricans* 174 в условиях закрытого грунта**

Волна плодоношения	Среднесуточная влажность в период плодоношения, %	Среднесуточная влажность в период между волнами плодоношения, %	Средняя урожайность с 1-го отрубка, кг
1	83,2	79,4	236,8
2	85,3	80,2	262,1
3	73,1	70,0	108,3
Среднее за 3 волны	80,5	76,5	202,4

Как видно из таблицы самый высокий урожай также показала вторая волна плодоношения при среднесуточной влажности воздуха 85,3% в период плодоношения. Самый низкий урожай – третья волна при среднесуточной влажности воздуха 73,1% в период плодоношения.

**Таблица 3 – Зависимость среднесуточной температуры воздуха и массы собранных грибов *A. nigricans* 174 в условиях открытого грунта**

Волна плодоношения	Среднесуточная температура в период плодоношения, °С	Среднесуточная температура в период между волнами плодоношения, °С	Средняя урожайность с 1-го отрубка, кг
1	20,6	24,5	305,1
2	24,9	25,9	327,6
3	16,3	13,2	105,6
Среднее за 3 волны	20,6	21,2	246,1

При анализе таблицы самый высокий урожай показала вторая волна плодоношения при среднесуточной температуре воздуха 24,9°С в период плодоношения. Самый низкий урожай – третья волна при среднесуточной температуре воздуха 16,3°С в период плодоношения.

**Таблица 4 – Зависимость среднесуточной влажности воздуха и массы собранных грибов *A. nigricans* 174 в условиях закрытого грунта**

Волна плодоношения	Среднесуточная влажность в период плодоношения, %	Среднесуточная влажность в период между волнами плодоношения, %	Средняя урожайность с 1-го отрубка, кг
1	74,2	66,3	305,1
2	84,7	80,2	327,6
3	70,3	68,9	105,6
Среднее за 3 волны	76,4	71,8	246,1

Таким образом при анализе таблиц наиболее высокий показатель урожайности в закрытом грунте был отмечен во вторую волну плодоношения при среднесуточной температуре 27,9°С и среднесуточной влажности воздуха 85,3% – 262,1 г с одного отрубка. В открытом грунте также наиболее высокий показатель урожайности был отмечен во вторую волну плодоношения при среднесуточной температуре воздуха 24,9°С и среднесуточной влажности воздуха 84,7% – 327,6 г с одного отрубка. Плодоношение грибов рода аурикулярия в закрытом грунте наступало при среднесуточной температуре воздуха от 21,1°С до 27,9°С (средняя – 25,2°С) и среднесуточной относительной влажности воздуха от 73,1% до 85,3% (средняя – 80,5%).

Плодоношение грибов рода аурикулярия в открытом грунте наступало при среднесуточной температуре воздуха от 16,3°С до 24,9°С (средняя – 20,6°С) и среднесуточной влажности воздуха от 70,3% до 84,7% (средняя – 76,4%). В целом можно сделать вывод, что *A. nigricans* является перспективным видом для культивирования в

природных условиях юго-востока Республики Беларусь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Коваленко, С.А. Культивирование грибов рода *Auricularia* в искусственных условиях / С.А. Коваленко // Лесное хозяйство: материалы 85-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 1-13 февр. 2021 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И.В. Войтов; БГТУ. – Минск: БГТУ, 2021. – С. 270.

2. Дворнина, А.А. Базидиальные съедобные грибы в искусственной культуре / А.А. Дворнина// Кишинев: Штиинца, 1990. – 112 с.

3. Овчаренко, Н.С. Влияние метеорологических факторов на развитие грибов отдела *Basidiomycetes* на ароматических и лекарственных растениях /Н.С. Овчаренко // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2014. – Том 26., № 3 (174). – С. 43–47.

4. Родионов С.Ф. Плодоношение *Auricularia polytricha* (Mont.) Sacc. на компактной древесине в условиях открытого грунта / С.Ф. Родионов // Лесное хозяйство: материалы 87-й науч.-техн. конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января–17 февраля 2023 г. [Электронный ресурс] / отв. за издание И. В. Войтов; БГТУ. – Минск: БГТУ, 2023. – С.342-345.

УДК 630\*527:004.9

Т.А. Родовня, ведущий бизнес-аналитик  
(РУП «Белгослес», г. Минск)

### **ЕГАИС КАК ИНСТРУМЕНТ КОНТРОЛЯ ВСЕХ ЭТАПОВ ДВИЖЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ, РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПЕРЕРУБОВ**

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 18.02.2021 № 50 «О совершенствовании деятельности по учету древесины» с августа 2021 года в лесной отрасли Республики Беларусь функционирует единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней (ЕГАИС).

При создании ЕГАИС ставились следующие цели:

– применение и развитие современных информационных технологий с учетом передового опыта стран с высокоразвитым лесным хозяйством и лесопромышленным комплексом;

- рациональное использование лесных ресурсов и получение максимальной прибыли от рубок леса и реализации древесины;
- контроль всех этапов движения древесины, используя информацию в электронном виде.

ЕГАИС должна была выполнять следующие задачи:

- информационная поддержка и комплексная автоматизация процессов, связанных с выполнением первичных регистрационно-учетных операций с предоставлением данных об объемах заготовленной древесины, а также перемещении лесоматериалов;
- формирование, обработка, анализ, контроль и хранение информации о подлежащей заготовке, заготовленной, вывезенной, транспортируемой и реализованной древесине.

За весь 2023 год в ЕГАИС проведено 2 592 994 приходно-расходные операции; выписано 43 302 лесорубочных билета и 19 328 ордеров на мелкий отпуск древесины; учтено 19 014 323 куб.м древесины.

По состоянию на 3 января 2024 г. в системе создано и действует 76 434 лесосеки и 144 187 промежуточных лесопромышленных складов.

Исходя из целей, поставленных при создании системы, ЕГАИС предоставляет пользователям следующие возможности:

- формирование разрешительных документов, дающих право на заготовку и вывозку древесины;
- учет заготовленной древесины на лесосеке;
- получение аналитических отчетов по заготовке;
- учет вывезенной в места хранения древесины, транспортируемой и (или) реализуемой древесины;
- получение аналитических отчетов о вывезенной древесине в места хранения;
- получение аналитических отчетов о транспортируемой и (или) реализуемой древесине;
- контроль регистрационно-учетных операций по движению древесины;
- формирование и хранение сведений о местах расположения складов хранения древесины;
- формирование и хранение сведений о пользователях и участниках ЕГАИС;
- формирование и хранение сведений о бирках, аннулированных документах;
- формирование и хранение справочной информации;
- печать провозного документа «ТД-ЛЕС»;

– использование и корректная работа GPS устройств с целью отслеживания передвижения транспорта.

Таким образом, ЕГАИС используется для формирования, обработки, анализа, контроля и хранения информации о подлежащей заготовке, заготовленной, вывезенной, транспортируемой и реализованной древесине.

Древесина, заготовленная на землях лесного фонда, ее вывозка, транспортировка и реализация подлежат учету в ЕГАИС.

Запрещаются транспортировка и (или) реализация юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, а также вывозка гражданами древесины, заготовленной на землях лесного фонда, не учтенной в ЕГАИС.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 30 июня 2021 г. № 368 определен Перечень сведений, подлежащих внесению в ЕГАИС, который включает, в том числе следующую информацию:

– о разрешительных и иных документах, дающих право на рубку леса, изъятие, удаление древесно-кустарниковой растительности (лесопользование);

Справочно: в ЕГАИС реализовано пресечение выдачи разрешительных документов на право рубки леса (лесорубочных билетов) юридическим лицам и ИП, которые не являются участниками ЕГАИС и которые не имеют необходимого оборудования.

При выписке лесорубочного билета производится проверка регистрации субъекта в ЕГАИС, а любые действия по ведению учета древесины без регистрации в ЕГАИС невозможны.

– о сроках, объемах и местах лесопользования, лесопользователях, юридических лицах и индивидуальных предпринимателях, оказывающих услуги по заготовке, и (или) вывозке, и (или) транспортировке древесины;

Справочно: в ЕГАИС реализованы следующие контроли по предупреждению перерубов:

установлен контроль внесения сведений по заготовленной древесине на лесосеке в зависимости от срока окончания заготовки по разрешительному документу;

разработано оповещение пользователя о наступающем завершении срока окончания рубки и возможности продления документа;

реализован контроль внесения сведений по складским операциям «Приход» в зависимости от срока окончания вывозки.

– об объемах древесины в заготовленном виде по породам, длине, диаметру либо группам диаметров, определенным в том числе

с использованием измерительных систем, установленных на лесозаготовительной технике, сортности, месте нахождения древесины на всех этапах ее заготовки, хранения, вывозки, транспортировки и реализации потребителю, в том числе для собственного производства и (или) потребления;

– о механических транспортных средствах и месте их нахождения в процессе использования для транспортировки древесины;

– о номерах бирок, нанесенных на древесину при ее вывозке, и (или) транспортировке от промежуточных лесопромышленных складов либо лесосек до потребителя, и (или) реализации потребителю, в том числе для собственного производства и (или) потребления;

– о документах, предоставляющих право вывозки и (или) транспортировки древесины, а также иных документах, используемых для отражения хозяйственных и иных операций на всех этапах заготовки, хранения, вывозки, транспортировки и реализации древесины в заготовленном виде потребителю, в том числе для собственного производства и (или) потребления.

Согласно ст.100 Лесного Кодекса Республики Беларусь должностные лица государственной лесной охраны обязаны проводить мероприятия по предупреждению и пресечению незаконных рубок леса. Сотрудникам государственной лесной охраны в 2021 году предоставлен доступ к ЕГАИС. Проведение сравнительного анализа сведений из ЕГАИС с другими документами (картографическими материалами, лесоустроительными проектами, решениями исполкомов) позволяет пресечь незаконные рубки леса на отдельных участках лесного фонда (в границах особо охраняемых природных территорий, водоохраных зон) до начала разработки лесосеки.

Однако государственной лесной охраной в нарушение п.2 Положения об использовании ЕГАИС, утвержденного постановлением Совета Министров от 30.06.2021 № 368, возможности ЕГАИС в части контроля за законностью выдачи разрешительных документов на проведение рубок леса не применяются. Вместе с тем, при должной реализации возможностей ЕГАИС такие очевидные факты нарушений могли быть государственной лесной охраной пресечены.

На сегодняшний день система полностью оправдала свое предназначение и доказала свою эффективность. Цели, ради которых создавалась ЕГАИС, достигнуты.

Система позволяет контролировать все этапы движения древесины, оптимизировать и минимизировать ручной труд и ошибки, связанные с «человеческим фактором», сократить время на оформление транспортных документов, обеспечить прозрачность информации о

движении и наличии древесины, качественно вести учет заготовленной древесины, снизить перерубы, улучшить сортиментную структуру заготавливаемых лесоматериалов.

Разработанный механизм обеспечения управленческого персонала оперативной и достоверной информацией позволяет планировать процессы заготовки и реализации древесины, строить наиболее оптимальные транспортно-логистические маршруты, принимать своевременные управленческие решения.

Благодаря работе системы и проводимым совместно с контролирующими органами мероприятиям стало возможно видеть процесс ведения учета древесины лесопользователями и, как результат, привлекать к ответственности лиц, нарушающих соответствующие нормы законодательства. В перспективе в рамках цифровизации лесной отрасли будет создана Единая системная платформа, которая также будет направлена на отслеживание недобросовестных пользователей.

УДК 712.3/.7

А.Б. Романова, доц., канд. с.-х. наук;  
Д.А. Михальцова, студ.  
(СибГУ, г. Красноярск, Российская Федерация)

### **СТРУКТУРА ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ЖИЛЫХ ДВОРАХ СОВЕТСКОГО РАЙОНА ГОРОДА КРАСНОЯРСКА**

Система городских зеленых насаждений современных урбанизированных территорий представляет собой озелененные пространства, непрерывно испытывающие негативное влияние антропогенных факторов. Дискретность озеленяемых площадей, несоблюдение нормативных значений плотности посадок в зеленых насаждениях не только приводят к формированию однообразного облика городской среды, но и сопровождаются низкой средообразующей эффективностью растительных группировок. Одним из основных показателей функциональности насаждений является их видовая, композиционная и количественная структура.

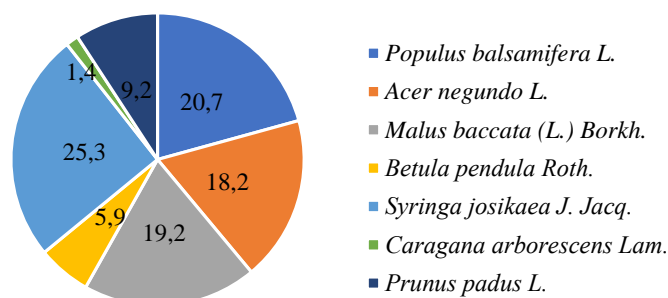
Целями и задачами исследований, проведенных в 2011-2022 гг., является выявление структурных характеристик насаждений в Советском районе г. Красноярска путем изучения видового состава, плотности посадки деревьев и кустарников, динамики изменения количества посадочных мест. Объектом исследований являются зеленые насаждения группы жилых дворов на улицах Тельмана, Ферганской и Комарова в микрорайоне Зеленая Роща общей площадью 9,8 га.



Красноярск – крупнейший город Средней Сибири, расположенный на обоих берегах Енисея. Его климат характеризуется как суровый с выраженной континентальностью. Актуальность эффективного озеленения здесь обусловлена высокой плотностью населения (в 2012 г. Красноярск приобрел статус города-миллионника) и спецификой его экологических условий. Город находится в зоне повышенного потенциала загрязнения атмосферы и периодически пребывает в чередующихся неблагоприятных с точки зрения рассеивания выбросов метеорологических условиях [1]. Средний уровень загрязнения атмосферного воздуха характеризуется как «очень высокий» [2]. К специфическим причинам статуса относится производственная деятельность предприятий тяжелой промышленности, круглогодичные испарения незамерзающего Енисея, котловинное расположение города, плотная высотная застройка, устаревшие теплоисточники. [3]

Одним из наиболее загрязненных административных районов города является Советский. Территория входящего в его состав микрорайона Зеленая Роща, в котором проводились исследования, с юго-востока вытянута вдоль береговой линии Енисея, а с северо-востока примыкает к промплощадке АО «РУСАЛ Красноярск», являющегося лидером среди российских предприятий по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух. [4] На объекты системы озеленения, эксплуатируемые в данных условиях, возлагается широкий комплекс задач, главнейшими из которых являются санитарно-гигиеническая и микроклиматическая функции. Формирование и содержание зеленых насаждений здесь должно опираться на неукоснительное соблюдение правил и нормативных требований. В результате исследований установлено, что в насаждениях жилых дворов в 2011 г. участвовало 986 экземпляров семи видов деревьев и кустарников (рис. 1).

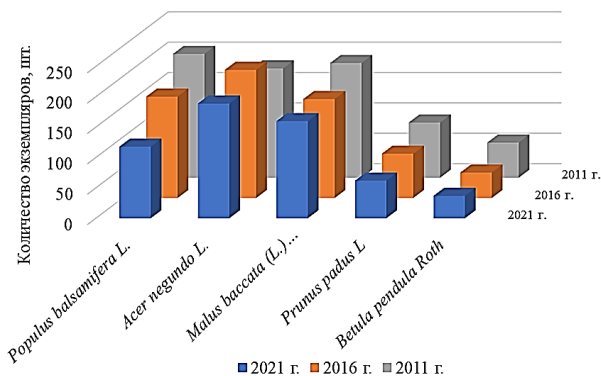
Озеленение жилых дворов района составляют традиционные для города таксоны, отличающиеся нетребовательностью к условиям произрастания, высокой газоустойчивостью и достаточной морозоустойчивостью. Среди них виды, признанные на сегодняшний день малоценными для ландшафтного использования ввиду их относительной недолговечности, хрупкости древесины и других характеристик, зависящих не только от эколого-биологических особенностей породы и особенностей условий произрастания, но и от квалифицированности проводимых уходов за насаждениями (*Populus balsamifera* L., *Acer negundo* L.). В сравнительно скудном видовом ассортименте кустарники представлены двумя видами, причем *Caragana arborescens* Lam. насчитывала всего 14 экземпляров.



**Рисунок 1 – Видовая структура насаждений объекта исследований**

Фактическая плотность деревьев в насаждениях при этом составила 146 деревьев и 54 кустарников. Таким образом, было выявлено значительное отставание от минимума нормативных значений: по количеству деревьев – на 118 шт., по кустарникам – 5566 шт. на озеленяемую площадь объекта. [5] В течение следующего десятилетия ситуация с данным показателем усугубилась. В частности, количество посадочных мест деревьев к 2021 г. сократилось на 23,3 % (рис. 2).

Основной причиной регресса в количественных характеристиках выступают естественное старение растений, находящихся в возрасте 50–60 лет, отмирание экземпляров вследствие неоднократного кронирования, отсутствие масштабных возобновительных посадочных мероприятий, неблагоприятные условия внешней среды.



**Рисунок 2 – Динамика изменения количества посадочных мест деревьев**

Основной задачей градостроительной деятельности является обеспечение безопасной жизнедеятельности и создание городской среды, удовлетворяющей потребностям человека. Одним из средств повышения комфортности городской среды является внедрение новых проектных решений в области озеленения [6].

Проведенные исследования выявили назревшую необходимость принятия срочных мер по реконструкции насаждений в жилых дворах Советского района г. Красноярска, направленных на существенное увеличение количества посадочных мест, восстановление приоритет-

ной роли кустарников по отношению к деревьям, расширение видового ассортимента зеленых насаждений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Википедия [Электронный ресурс] Красноярск. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.
2. Красноярск. Администрация города [Электронный ресурс] Атмосферный воздух. – Режим доступа: <http://www.admkrsk.ru>.
3. Иванова, О.И. Анализ экологического состояния города Красноярска и оценка его воздействия на рынок недвижимости / О. И. Иванова, С. В. Евтушенко // International agricultural journal Том 64, № 2, 2021. - с. 46-57.
4. Предварительная оценка воздействия на окружающую среду намечаемой деятельности АО «РУСАЛ Красноярск» в период действия комплексного экологического разрешения [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://www.admkrsk.ru/citytoday/ecology/Documents/Предварительная%20ОВОС\\_РУСАЛ%20Красноярск.pdf](http://www.admkrsk.ru/citytoday/ecology/Documents/Предварительная%20ОВОС_РУСАЛ%20Красноярск.pdf).
5. Нормы посадки деревьев и кустарников городских зеленых насаждений. М.: Отдел научно-технической информации АКХ, 1988. 82 с.
6. Борисов, М.В. Нормативно-техническое регулирование в области озеленения городской среды / М. В. Борисов, Н. В. Бакаева, И. В. Черняева // Вестник МГСУ Том 15, № 2, 2020. - с. 212-222.

УДК 630\*57 : 004 (630\*561 + 639.783)

Я.А. Рыжов, асп.

(ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, г. Воронеж, Российская Федерация)

### **БЕСПЛАТНЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ В ИНФОРМАЦИОННОЙ ОЦЕНКЕ ПРИРОСТА ЛЕСНОГО НАСАЖДЕНИЯ ВДОЛЬ ЛИНЕЙНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОРИДОРА: ВОЗМОЖНОСТИ И ОЦЕНКА ОГРАНИЧЕНИЙ**

**Аннотация:** Исследование охватывает точность данных, сосредоточенную на динамике роста растительности, предоставляя комплексный взгляд на применимость каждого спутника для оценки прироста лесного насаждения вдоль энергетических коридоров с акцентом на Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) с использованием 3 ключевых спутников – Sentinel-1-2, Landsat 7-8 и MODIS, предоставляющих многоканальные данные для расчета NDVI.

Технология [8] искусственного восстановления и содействия естественному возобновлению леса, в сочетании с рациональным

управлением растительностью вдоль линейных энергетических коридоров, должна обязательно включать группы операций многокритериального мониторинга лесных участков для оценки последующего аэросева [9,10] и подготовки лесосеменного материала [12,13].

Для систематического наблюдения и информационной оценки [11] динамики роста растительности одним из важных направлений исследований становится использование бесплатных спутниковых систем [7]. Применительно к оценке нежелательного прироста вдоль энергетических коридоров (линий электропередач) методика не только предоставляет уникальную возможность оперативного выявления изменений в лесных насаждениях, но также приобретает стратегическое значение в контексте своевременной реакции на необходимость регулирования растительности в прилегающих к коридорам зонах. Такой подход становится ключевым инструментом для обеспечения безопасности и эффективной эксплуатации энергетических систем.

Для анализа растительности применяются спектральные индексы, включая NDVI, EVI, NDWI и SAVI. NDVI-индекс (Normalized Difference Vegetation Index) выделяется как наиболее подходящий для оценки прироста лесного покрытия вдоль энергетических коридоров. Он обеспечивает информацию о фотосинтетической активности и общей зелёной массе растений. Исследование, проведенное Romera-García M. et al. [1] в 2019 году, подтвердило, что NDVI является наиболее эффективным индексом для анализа прироста лесного насаждения после обрезки. NDVI позволяет оценить плотность лесной растительности и её виталитет, что делает его более точным индексом для анализа прироста лесного покрытия после обрезки.

Основываясь на широком использовании в различных областях, включая экологию и лесное хозяйство, NDVI предоставляет надежный индикатор для мониторинга изменений в растительном покрытии. Важным аспектом также является доступность данных для вычисления NDVI на основе многоканальных изображений, предоставляемых спутниками, такими как Sentinel-1, Sentinel-2, Landsat и MODIS.

Sentinel-1 и Sentinel-2, разработанные Европейским космическим агентством (ESA), предоставляют оптические изображения поверхности Земли с высоким разрешением. У обоих спутников есть свои преимущества и недостатки при изучении роста леса вдоль линейных энергетических объектов.

Sentinel-1 имеет различные режимы наблюдения с разными ширинами полос и разрешениями, включая Stripmap (SM) с разрешением 5 м, Interferometric Wide swath (IW) с разрешением 5 м x 20 м и Extra Wide swath (EW) с разрешением 25 м x 100 м. Работая совместно с Sentinel-2, они обеспечивают повторение наблюдения каждые 6 дней.

Sentinel-1 использует C-band Synthetic Aperture Radar (C-SAR) с центральной частотой 5.405 ГГц, а данные доступны бесплатно [2].

Sentinel-2 предоставляет различные пространственные разрешения (от 10 м до 60 м) в зависимости от спектрального диапазона, включая 13 спектральных полос в видимом, ближнем инфракрасном и коротковолновом инфракрасном диапазонах. Данные Sentinel-2 также доступны бесплатно [3].

При расчете индекса NDVI предпочтительнее использовать данные Sentinel-2, так как он предоставляет нужные спектральные диапазоны. Исследование, сравнивающее данные и индексы обоих спутников, подтвердило преимущества Sentinel-2 для расчета NDVI в сельскохозяйственном мониторинге. Оптические индексы, такие как NDVI, широко используются в мониторинге растительности, и в регионах с постоянным облачным покрытием активные системы, такие как SAR (Sentinel-1), могут быть более эффективными для мониторинга на больших площадях [4].

Landsat – программа спутников, разработанная Геологической службой США (USGS), предоставляющая оптические изображения поверхности Земли с умеренным разрешением. Она обладает рядом преимуществ и недостатков в оценке роста леса вдоль линейных энергетических объектов.

Многоканальные возможности изображений Landsat позволяют обнаруживать изменения растительности со временем, что полезно для изучения роста леса вдоль линейных энергетических объектов. Благодаря долгой истории сбора данных (с 1972 года), исследователи могут анализировать изменения покрытия растительности с высокой точностью. Спектральные полосы оптимизированы для различных типов анализа растительности, таких как обнаружение хлорофилла или содержания воды в листьях. Однако, ограничения включают чувствительность оптических датчиков к облачности, что может ограничивать доступность изображений для определенных регионов и периодов времени. Пространственное разрешение (30 м) может быть недостаточным для детального анализа отдельных деревьев.

Время повторного прохода Landsat в 16 дней может ограничивать точность отслеживания изменений покрытия растительности. Исследование подтвердило эффективность использования техник дистанционного зондирования и географических информационных систем с использованием данных Landsat для мониторинга и прогнозирования изменений землепользования и землекрытия в Китае [5].

MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) - это инструмент, разработанный НАСА и установленный на спутниках Terra и Aqua. Он собирает данные в 36 спектральных полосах, которые за-

тем используются для создания множества продуктов, отражающих биофизические свойства земной поверхности и атмосферы.

Однако, как и Landsat, MODIS имеет свои ограничения. Пространственное разрешение MODIS (250 м – 1 км, в зависимости от спектральной полосы) ниже, чем у Landsat, что делает его менее подходящим для детального анализа отдельных деревьев или малых участков леса. Кроме того, данные MODIS также подвержены влиянию облачности.

Несмотря на эти ограничения, MODIS используется в научных исследованиях оценки первичной продуктивности (GPP) по данным MODIS. Однако, точность измерения брутто-продуктивности, особенно для сложных и обширных лесных экосистем, ограничена большими неопределенностями в процессе моделирования [6]. Для точного количественного определения лесного производства, помимо алгоритма, необходимо улучшить качество различных входных данных.

Выбор спутника зависит от конкретных целей и характера исследования. Sentinel-2 подходит для детального мониторинга, Landsat – для долгосрочного анализа, а MODIS - для обширного масштабирования. Прирост лесного насаждения вдоль линейных энергетических коридоров может быть наилучшим образом оценен при комбинированном использовании данных от различных спутников, обеспечивая комплексный и всесторонний анализ изменений в растительности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Pompa-García M. et al. Inter and intra-annual links between climate, tree growth and NDVI: improving the resolution of drought proxies in conifer forests //International Journal of Biometeorology. – 2021. – Т. 65. – №. 12. – С. 2111-2121
2. Holtgrave A. K. et al. Comparing Sentinel-1 and-2 data and indices for agricultural land use monitoring //Remote Sensing. – 2020. – Т. 12. – №. 18. – С. 2919.
3. Roberg T., Schmitt M. A Globally Applicable Method for NDVI Estimation from Sentinel-1 SAR Backscatter Using a Deep Neural Network and the SEN12TP Dataset //PFG–Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science. – 2023. – С. 1-18.
4. Hu Y. et al. Estimating Forest stock volume in Hunan Province, China, by integrating in situ plot data, Sentinel-2 images, and linear and machine learning regression models //Remote Sensing. – 2020. – Т. 12. – №. 1. – С. 186.
5. Liping C., Yujun S., Saeed S. Monitoring and predicting land use and land cover changes using remote sensing and GIS techniques—A case study of a hilly area, Jiangle, China //PloS one. – 2018. – Т. 13. – №. 7. – С. e0200493.

6. Tang X. et al. A comprehensive assessment of MODIS-derived GPP for forest ecosystems using the site-level FLUXNET database //Environmental Earth Sciences. – 2015. – Т. 74. – С. 5907-5918.

7. Хвостиков С. А., Барталев С. А., Жарко В. О. Метод оценки продуктивности и возраста лесных насаждений на основе временного ряда дистанционно измеренных запасов стволовой древесины //Материалы 18-й Всероссийской открытой конференции «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». – 2020. – С. 375-375.

8. Патент № 2714705 С1 Российская Федерация, МПК А01G 23/00. Способ восстановления леса : № 2019115418 : заявл. 20.05.2019 : опубл. 19.02.2020 / А. И. Новиков ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова". – EDN GZDLVJ.

9. Патент № 2712516 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/04, А01С 7/08, В64D 1/16. Устройство для аэросева семян : № 2019115601 : заявл. 21.05.2019 : опубл. 29.01.2020 / С. С. Морковина, Н. Г. Вовченко, А. И. Новиков [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова". – EDN RQFUYD.

10. Соколов, С. В. Тенденции развития операционной технологии аэросева беспилотными летательными аппаратами в лесовосстановительном производстве / С. В. Соколов, А. И. Новиков // Лесотехнический журнал. – 2017. – Т. 7, № 4(28). – С. 190-205. – DOI 10.12737/article\_5a3d040dc79c79.94513194. – EDN YNMJRV.

11. Новикова, Т. П. Разработка алгоритма и модели функционирования информационной системы для малого сельскохозяйственного предприятия / Т. П. Новикова, Т. В. Новикова, А. И. Новиков // Моделирование систем и процессов. – 2020. – Т. 13, № 4. – С. 53-58. – DOI 10.12737/2219-0767-2021-13-4-53-58. – EDN QDCYJV.

12. Новиков, А. И. Некоторые технологические особенности сортировальных устройств и тенденции их развития // Лес и молодежь ВГЛТА - 2000 г. – Воронеж: ВГЛТА, 2000. – Т. 2. – С. 53-60. – EDN SNISIT.

13. Новиков, А. И. О новых способах сортирования лесных семян хвойных пород // Леса Евразии в третьем тысячелетии : Материалы Международной конференции.– М.: МГУЛ, 2001. – Т. 2.– С. 90-91. – EDN RXIQQJ.

## **ВОСТРАСМАКАВЫЯ КУЛЬТУРЫ Ў ЛАНДШАФТНЫМ БУДАЎНІЦТВЕ**

Вострасмакавыя культуры вядомы са старажытных часоў. Яны шырока выкарыстоўваюцца ў розных галінах эканомікі: харчовай прамысловасці, традыцыйнай і народнай медыцыне, парфюмерыі і касметалогіі і г. д. Перспектыўным накірункам выкарыстання вострасмакавых культур з'яўляецца іх прымяненне ў ландшафтным будаўніцтве [1].

Раслінам належыць важная роля ў фарміраванні бяспечнага асяроддзя для жыцця чалавека. Экалагічная стабілізацыя і паляпшэнне ўмоў жыцця насельніцтва немагчыма без дапамогі раслін [2, 3].

Раслінная эстэратэрапія, неад'емнай часцінкай якой з'яўляецца кветкатэрапія – адно з новых накірункаў у медыцыне, калі расліны надаюць чалавеку асалоду. Афарбоўка сцяблін і каранёў, лістоты, кветак і пладоў, яе адценкі, кантрасты і гармонія, формы раслін выклікаюць у чалавека шэраг пазітыўных эмоцый: захапленне, узбуджэнне, расслабленне, пакой і г. д. Эстэтычная роля раслін ярка вызначаецца пры ўпрыгожванні плошчаў, паркаў, сквераў, алей, вуліц, скрыжаванняў, хатніх тэрыторый.

Падбор асартыменту раслін для фітакампазіцый вызначаецца тыпам пасадак, дэкаратыўнымі ўласцівасцямі раслін, адпаведнасцю біялогіі раслін умовам вырошчвання. Элементы фітакампазіцый ацэньваюцца з эстэтычнага пункту погляду (афарбоўка, будова, форма і канфігурацыя) на аснове прынцыпаў гармоніі, рытму, выразнасці, прапарцыянальнасці і іншых, якія вырацаваны чалавекам цягам часу.

Для кожнай канкрэтнай тэрыторыі неабходна стварэнне арыгінальнага фітакампазіцыйнага стылю, у якім рэгіянальныя асаблівасці прыроды гарманічна спалучаліся б з гарадской архітэктурай.

Вострасмакавыя культуры, сярод якіх сустракаюцца аднагадовыя і шматгадовыя культуры, кветкавыя расліны і хмызнякі, з'яўляюцца добрым падмуркам для стварэння адмысловых фітакампазіцый. Акрамя эстэтычнасці, вострасмакавыя культуры валодаюць эфектам ароматэрапіі, маюць спецыфічны водар і вызначаныя антыбактэрыяльныя ўласцівасці, што карысна не толькі дарослым, але і дзецям [4–11].



Яшчэ адным з накірункаў выкарыстання вострасмакавых раслін, большасць з якіх маюць вызначаныя лекавыя ўласцівасці, з'яўляецца іх уключэнне ў склад “аптэкарскіх агародаў”, дзе расліны размяшчаюцца з улікам сістэматычнага (таксанамічнага), фармацэўтычна-тэрапеўтычнага, батаніка-геаграфічнага, цэнатычнага, хімічнага, марфалагічнага ці дэкаратыўнага прынцыпаў [12–14].

Выкарыстанне вострасмакавых культур у ландшафтным будаўніцтве немагчыма без стварэння айчынных сартоў, якія вызначаны для вырошчвання ў канкрэтных глебава-кліматычных умовах Рэспублікі Беларусь. За апошнія гады ў УА “Беларуская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія” створаны з уключэннем у Дзяржаўны рэестр сартоў сельскагаспадарчых раслін цэлы шэраг сартоў вострасмакавых культур, сярод якіх у ландшафтным будаўніцтве могуць быць выкарыстаны перш-наперш: цыбуля духмяная (*Allium odorum* L.) Водар, ісоп лекавы (*Hyssopus officinalis* L.) Завяя, мацярдушка звычайная (*Origanum vulgare* L.) Завіруха і Аксаміт, герань буйнакарэнішчавая (*Geranium macrorrhizum* L.) Танюша, рута духмяная (*Ruta graveolens* L.) Смаляніца [15–17].

#### ЛІТАРАТУРА

1. Генетические ресурсы растений. Пряно-ароматические и эфирно-масличные культуры / Т.В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 22 с.
2. Демиденко, Г.А. Создание ландшафтных фитокомпозиций с использованием эфирно-масличных растений / Г.А. Демиденко // Вестник КрасГАУ. – 2019. – № 5. – С. 75–79.
3. Дубовицкая, О.Ю. Создание устойчивых сельскохозяйственных фитотехнологий для улучшения среды обитания человека / О.Ю. Дубовицкая // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия. Сельскохозяйственные науки. Агронимия. – 2002. – № 8. – С. 16–23.
4. Антимикробные свойства эфирных масел новых сортов душицы обыкновенной / Т.В. Сачивко [и др.] // Химия растительного сырья. – 2023. – № 4. – С. 343–351.
5. Декоративные растения и основы ландшафтного дизайна. Декоративные цветочные растения открытого грунта / Т.В. Сачивко [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 71 с.
6. Кирильчик, Л.А. Роль ботанического сада УО БГСХА в повышении разнообразия растительных ресурсов / Л.А. Кирильчик. Н.Н. Чепиков, Т.В. Сачивко // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы. – Пинск: ПолесГУ, 2009. – С. 49–51.

7. Сачивко, Т.В. Великолепное украшение сада / Т.В. Сачивко // Хозяин. – 2012. – № 5. – С. 18–19.
8. Сачивко, Т.В. Изучение сортов гиацинтов, как перспективной культуры для выгонки в зимний период / Т.В. Сачивко // Плодоовощеводство и декоративное садоводство. Состояние и перспективы развития. – Горки: БГСХА, 2011. – С. 215–218.
9. Сачивко, Т.В. Сухоцветы ботанического сада / Т.В. Сачивко, В.П. Моисеев, О.П. Суринович. – Горки: БГСХА, 2020. – 25 с.
10. Усенко, М.И. Параметры генеративных органов различных сортов иссопа лекарственного / М.И. Усенко, Т.В. Сачивко // Научный взгляд молодежи на современные проблемы АПК. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 75–79.
11. Шемардинова, Е.В. Сравнительная оценка листовой пластинки различных видов лука / Е.В. Шемардинова, Т.В. Сачивко // Научный поиск молодежи XXI века. – Горки, 2023. – С. 74–77.
12. Бурганская, Т.М. Декоративные качества лекарственных растений как основа формирования композиции «Аптекарский огород» Центрального ботанического сада НАН Беларуси / Т.М. Бурганская, Н.А. Макознак, Ю.А. Королькова // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 69–72.
13. Бурганская, Т.М. Особенности подбора ассортимента и принципы группировки лекарственных растений в композициях аптекарских садов / Т.М. Бурганская, Н.А. Макознак // Science and innovation. – 2022. – V. 1. – P. 437–444.
14. Макознак, Н.А. Исторически сложившиеся приемы ландшафтной организации аптекарских садов / Н.А. Макознак, Т.М. Бурганская // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 200–203.
15. Сачивко, Т.В. Новые сорта пряно-ароматических и эфирномасличных культур: направления и перспективы использования / Т.В. Сачивко, В.Н. Босак // Проблемы продовольственной безопасности. – Горки: БГСХА, 2023. – Ч. 1. – С. 237–239.
16. Оценка новых сортов *Origanum vulgare* L. по хозяйственно-полезным признакам / Т.В. Сачивко [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 4 (72). – С. 151–159.
17. Сачыўка, Т.У. Новыя сарты вострасмакавых культур у дэкаратыўным садоўніцтве / Т.У. Сачыўка, В.М. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2023. – С. 359–361.

## **ВЛИЯНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ВЫРУБАЕМЫХ ДЕРЕВЬЕВ НА ПРИРОСТ ОСТАВШЕЙСЯ ЧАСТИ ДРЕВОСТОЯ**

Вопросы влияния рубок ухода на оставшуюся часть древостоя, а именно прирост оставшихся деревьев, приобретают особую важность при целевом лесовыращивании. Важно знать не только объем вырубленной древесины, но и какое именно влияние окажет рубка на рост соседних деревьев. Следовательно, необходимо детальное изучение прироста стволов, находящихся рядом с вырубемыми. При этом на первый план выходит влияние пространственной структуры древостоя: размещения деревьев, их форм и размеров до и после рубки.

Для изучения данного вопроса были заложены пробные площади с детальным картированием расположения деревьев, при этом использовались различные методики.

1) Разбивка пробной площади на квадраты со стороной 5 м, и внутри каждого квадрата условные координаты определялись методом прямоугольных координат.

2) Прокладывание ломаного буссольного хода по пробной площади с таким расчетом, чтобы с его точек методом полярных координат можно было определить положение каждого дерева.

3) Разбивка пробной площади на квадраты со стороной 10 м, и внутри каждого квадрата положение деревьев определялось методом линейных засечек с помощью ультразвукового дальномера.

Измерение таксационных характеристик проводилось подеревно: определялись по два перпендикулярных диаметра на высоте 1,3 м, возраст, состояние, измерялись высоты деревьев и протяженность крон, с помощью ультразвукового дальномера определялись по четыре радиуса крон. В результате определены средние и общие таксационные показатели древостоев. Пробы были заложены в ельнике черничном (ПП № 1: Е.чер., 31 год, 8Е2С+Б) и сосняках орляковом (ПП № 2: 1 ярус – 5С5Б, 60 лет, 2 ярус – 10Е, 25 лет) и черничном (ПП № 3: С.орл., 65 лет, 5С2Е3Б, ель 30лет).

По результатам полевых работ строились в Q-гис электронные карты расположения деревьев пробных площадей в условных системах координат.

К точкам, указывающим положение деревьев, подвязывался слой с параметрами крон, для выявления перекрытий и определения кругов конкуренции соседних деревьев.

На данном этапе наибольшее внимание было уделено изучению радиального прироста деревьев ели, около которых, в пределах их круга конкуренции во время рубки были вырублены соседние деревья. Для этого у подобранных стволов брались керны, зачищались и измерялись размеры годовичных колец за 10-летний период (таблица 1). Определялся радиальный прирост изучаемых деревьев, при этом оценивалась зависимость радиального прироста изучаемых деревьев ели от расстояния до вырубленных при рубках ухода деревьев.

**Таблица 1 – Динамика радиального прироста ели**

Показатели прироста	Номер дерева ели											
	ПП № 1											
	17	56	85	226	256	343	351	369	392	405	32	375
Средний радиальный прирост до рубки, мм	1,72	1,31	0,97	0,87	1,04	1,21	1,59	1,02	0,96	0,77	1,38	0,99
Средний радиальный прирост после рубки, мм	2,19	1,63	1,34	1,13	1,19	1,7	1,77	1,15	1,31	1,33	1,56	0,95
Увеличение среднего радиального прироста, %	21,31	19,26	27,86	23,3	12,64	28,77	9,98	11,3	26,53	41,71	11,56	-4,20
	ПП № 2											
	191	246	318	138	242	236	233	305				
Средний радиальный прирост до рубки, мм	0,38	1,00	1,21	0,71	0,93	0,31	0,46	1,16				
Средний радиальный прирост после рубки, мм	0,96	1,68	2,93	1,29	1,24	1,10	0,85	2,12				
Увеличение среднего радиального прироста, %	60,65	40,43	58,59	44,66	25,33	71,77	45,94	45,21				
	ПП № 3											
	290	384	402	409	235							
Средний радиальный прирост до рубки, мм	1,63	1,56	1,95	1,69	1,17							
Средний радиальный прирост после рубки, мм	1,93	3,31	2,73	3,16	1,62							
Увеличение среднего радиального прироста, %	15,54	52,87	28,57	46,52	27,78							

Детальное изучение радиального прироста показывает, что рубка соседних деревьев дает увеличение радиального у деревьев ели после рубки, согласно измерениям годичных слоев кернов, до 58–60% (таблица 1). Различия между средними приростами деревьев находившихся под влиянием до рубки и деревьев не подверженных влиянию срубленных деревьев оказались также значительными. У деревьев находившиеся под влиянием, после проведения рубки средний радиальный прирост увеличился по сравнению с приростом деревьев без влияния на 30–50%

Результаты исследования показали, что чем больше было соседнее вырубленное дерево и меньше расстояние до него, тем больше наблюдался прирост в оставшемся рядом дереве ели.

Для того, чтобы избежать случайной составляющей было выделено два тренда: деревья, около которых была проведена рубка и деревья, без рубки соседних деревьев. Графическое изображение позволяет увидеть увеличение радиального прироста изучаемых деревьев ели через год после рубки (рисунок 1).

Показатели среднего радиального прироста для деревьев, подверженных конкуренции со стороны деревьев соседей до рубки после рубки значительно увеличиваются по сравнению радиального прироста тех деревьев, которые не зависели от конкуренции вырубаемых стволов.

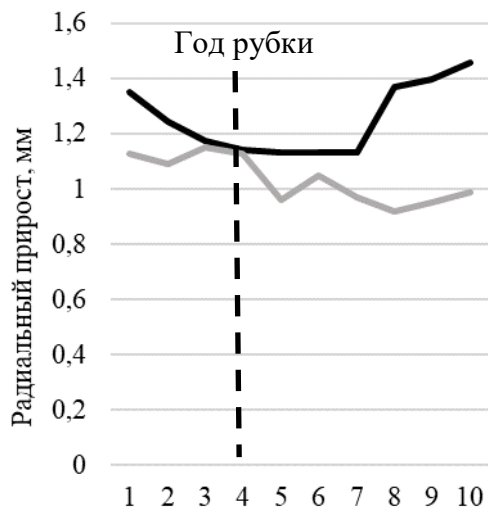
Однако для лесного хозяйства и его производственной составляющей большее значение имеет прирост по объему. Поэтому в дальнейшем с помощью методики Шнейдера был вычислен процент прироста по объему по формуле:

$$P = Ki/d,$$

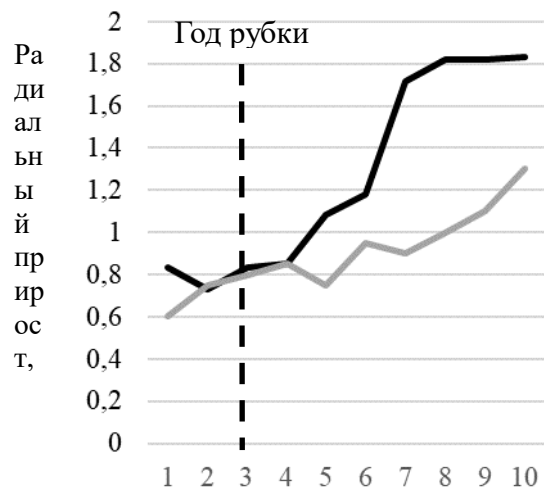
где  $K$  – коэффициент Шнейдера, зависящий от протяженности кроны и энергии роста;  $i$  – ширина годичного слоя, годичный радиальный прирост, мм;  $d$  – диаметр дерева на 1,3м, см.

На основании которого определен прирост по объему в м<sup>3</sup>. Исходя из данных таблицы 2 можно сделать вывод, что прирост у исследуемых деревьев ели, около которых была проведена рубка соседних деревьев, существенно увеличивается объему после рубки (до 45–48%), у деревьев, рядом с которыми не вырубались соседние деревья, процент изменения прироста по объему несущественный.

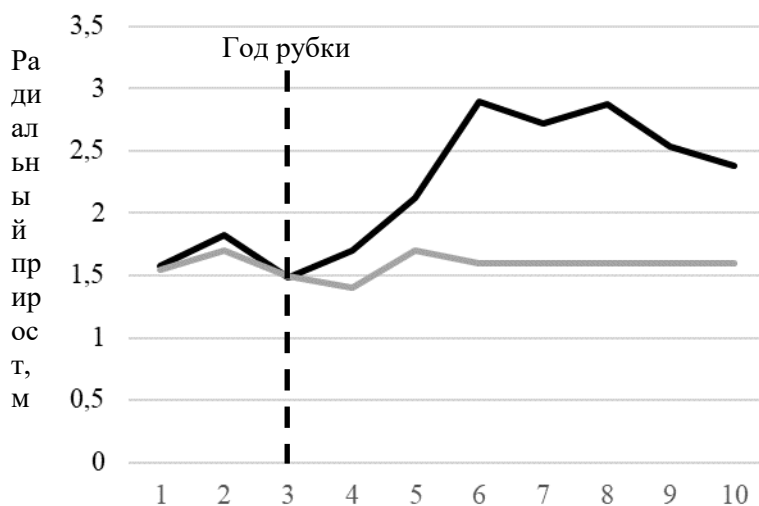
Это все свидетельствует о большой значимости и существенном влиянии рубок на прирост в древостое.



**а) ПП № 1**



**б) ПП № 2**



**в) ПП № 3**

— Прирост при вырубке соседних деревьев — Прирост без рубки соседних деревьев

**Рисунок 1 – Изменение радиального прироста после рубки**

Анализируя материал, приведенный выше, можно точно сказать о значимости рубок ухода. Видно, как значительно увеличился прирост после изъятия деревьев. Это подтверждает процент увеличения прироста по диаметру (до 48%) и процент увеличения прироста по объему (до 45%).

Проведенное исследование подтвердило влияние рубок промежуточного пользования на радиальный прирост, а, следовательно, на прирост по объему.

Таблица 2 – Изменение прироста деревьев ели по объему

Номер дерева	Прирост деревьев ели по объему				Увеличение при- роста по объему, %
	до рубки, м <sup>3</sup>	до рубки, %	после рубки, м <sup>3</sup>	после рубки, %	
ПП № 1					
17	0,14	0,18	56,78	72,16	15,38
56	0,07	0,09	66,78	82,71	15,93
85	0,03	0,04	62,97	87,29	24,32
88	0,15	0,18	51,77	60,52	8,75
266	0,04	0,05	60,64	78,51	17,87
343	0,07	0,10	49,76	69,85	20,09
351	0,12	0,14	53,74	59,70	5,96
369	0,02	0,03	57,00	64,26	7,26
392	0,05	0,07	43,64	59,39	15,76
405	0,01	0,02	66,76	114,53	47,77
32	0,07	0,08	59,00	66,71	7,71
375	0,04	0,03	57,19	54,89	[-2,30]
ПП № 2					
191	0,01	18,51	0,04	46,77	28,26
246	0,10	24,09	0,16	40,47	16,38
318	0,13	26,28	0,32	63,64	37,36
138	0,04	28,30	0,07	51,42	23,12
242	0,08	26,24	0,11	34,99	8,75
233	0,02	11,63	0,06	41,25	29,63
305	0,02	18,61	0,03	34,39	15,78
ПП № 3					
290	0,09	54,89	0,12	68,90	14,02
384	0,09	50,27	0,17	93,77	43,50
402	0,09	80,43	0,13	113,51	33,08
409	0,07	88,48	0,11	133,91	45,43
235	0,05	40,89	0,05	58,52	17,63

Детальное изучение вопроса позволит выявить оптимальную пространственную структуру древостоя, определить такие расстояния между остающимися после рубок деревьями, которые позволят максимизировать производительность древостоев, и в концепции целевого лесовыращивания, будут способствовать формированию максимально продуктивных насаждений в более короткие сроки и улучшению качества и количества получаемых сортиментов.

Н.Л. Севницкая, зав. лабораторией,  
доц., канд. биол. наук;  
Е.Н. Усанова, науч. сотр.;  
Е.А. Тегленков, науч. сотр.  
(ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель)

## **САНИТАРНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ В ЕЛОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ НА ПРИМЕРЕ ДВИНСКОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ЛЕСНОЙ БАЗЫ ИНСТИТУТА ЛЕСА НАН БЕЛАРУСИ**

На протяжении последних десятилетий происходит массовое усыхание еловых насаждений в Беларуси. Среди существующих видов стволовых вредителей короед типограф *Ips typographus* L. – наиболее распространен и характеризуется наибольшей вредоносностью. Лесное хозяйство Беларуси ежегодно несет ощутимый ущерб от повреждения еловых насаждений короедом типографом и другими стволовыми вредителями. По данным учреждения «Беллесозащита» в период 1996-2022 гг. в порядке проведения сплошных санитарных рубок вырублено 41,84 млн м<sup>3</sup> еловой древесины [1].

Несмотря на обширный комплекс методов контроля ксилофагов развитие патологического процесса в лесных массивах происходит опережающими темпами. Для сохранения повреждаемых насаждений проводится комплекс лесохозяйственных и санитарно-оздоровительных мероприятий, применяются химический и биологический контроль вредителей. Эффективная защита лесов от вредителей, оперативная локализация и ликвидация очагов их размножения возможны при своевременном выявлении поврежденных ими насаждений, что определяется результативностью лесопатологического мониторинга, важнейшей составной частью которого является феромонный надзор.

На Двинской экспериментальной лесной базе Института леса НАН Беларуси создан уникальный и единственный в Беларуси опытный объект «Генетический банк ели европейской», в котором собрано вегетативное потомство от 293 плюсовых деревьев со всей Беларуси для сохранения генетического фонда ели европейской.

Испытательные культуры, архивы клонов, архивно-маточные плантации, гибридные и семейственно-клоновые плантации ученые БелНИИЛХ и Двинской ЛОС создавали постепенно с 1982 по 1987 год. Закладывали генетический банк на месте бывшего березового насаждения. В результате многолетней работы на 15,5 га появилось семь опытных объектов различного назначения [2].



Еловые насаждения на опытном объекте «Генетический банк ели европейской» оказались ослабленными в результате воздействия стволовых вредителей в 2022 году (письмо от 13.12.2022 г. № 252-01-08/762). В связи с этим необходимо выполнить лесопатологическое обследование еловых древостоев в Псуевском лесничестве Двинской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси (кв. 18) и разработать предложения по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий по защите опытного объекта «Генетический банк ели европейской» от насекомых-вредителей.

На опытном объекте нами выполнено лесопатологическое обследование путем проведения энтомологического анализа модельных деревьев ели и лесной подстилки на наличие в них жуков короеда типографа и других стволовых вредителей.

Выявлено поражение деревьев ели комплексом стволовых вредителей: короед типограф *Ips typographus* L., обыкновенный гравер *Pityogenes chalcographus* L., пушистый полиграф *Polygraphus polygraphus* L., еловая жердняковая смолевка *Pissodes harcyniae* Hbst., малый еловый лубоед *Hylurgops palliatus* Gyll., еловый короед крошка *Crypturgus pusillus* Gyll., усачи *Cerambycidae*, а также болезнями: язвенный рак ели (различные виды грибов из родов *Ceratocystis* и *Nectria*), еловая корневая губка *Heterobasidion parviporum* Niem., Korh., стволовые гнили. Шишки поражены еловой шишковой листоверткой *Laspeyresia strobilella* L. Жизнеспособный зимующий запас короеда типографа на 1 га насаждения в испытательных культурах (кв. 18 выд. 8) составил 6765 жуков. Численность молодого поколения жуков короеда типографа под корой свежеселенных деревьев ели оказалась средней (11,58 экз./дм<sup>2</sup>). Данные показатели свидетельствуют об угрозе заселения стволовыми вредителями и поражения болезнями остальных деревьев ели.

На основании лесопатологического обследования нами разработаны 10 апреля 2023 г. мероприятия по защите опытного объекта «Генетический банк ели европейской», которые были выполнены сотрудниками Двинской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси.

Выложена ловчая древесина, обработана инсектицидом «Танрек, ВРК» лесная подстилка в приствольных кругах вблизи заселенных или отработанных деревьев ели против короеда типографа, проведено опрыскивание биопрепаратом «Флебиопин» поверхности пней свежесрубленных деревьев ели против еловой корневой губки. Проведен феромонный надзор за шелкопрядом монашенкой.

Однако биологическая эффективность данных санитарно-оздоровительных мероприятий оказалась невысокой. В июне появились новые свежезаселенные короедом типографом деревья ели, что потребовало проведения выборочной санитарной рубки.

Таким образом, в результате лесопатологических обследований и на основании выводов по проведенным мероприятиям нами разработаны предложения по защите опытного объекта «Генетический банк ели европейской» в Псуевском лесничестве Двинской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси от насекомых-вредителей.

1. Рекомендуется проводить текущие лесопатологические обследования с марта по сентябрь в еловых насаждениях для своевременного выявления заселенных короедом типографом и другими стволовыми вредителями, а также пораженных болезнями (еловая корневая губка, стволовые гнили и др.) деревьев ели.

2. При наличии деревьев, пораженных болезнями и (или) заселенных стволовыми вредителями необходимо проводить их вырубку *до ухода короеда типографа на зимовку в лесную подстилку, начала лёта весенней генерации вредителя, а также в течение вегетационного периода* для предотвращения разлета жуков и их заселения в близко расположенные деревья.

3. При наличии заселенных или отработанных короедом типографом деревьев IV и V категорий состояния с диаметром, близким к среднему диаметру елового древостоя рекомендуется проводить опрыскивание инсектицидом «Танрек, ВРК» лесной подстилки в радиусе 1,0 м от ствола дерева до вылета жуков короеда типографа (III декада апреля). Норма расхода 1% рабочего раствора (10 мл препарата на 1 л воды) – 5-10 л/м<sup>2</sup> поверхности лесной подстилки.

4. Для оценки численности вредителя и угрозы возникновения очагов проводить феромонный надзор по короеду типографу (вывесить на П-образной опоре 1 феромонную ловушку с диспенсером ИПСВАБОЛ Д на поляне (прогалине) в местах выкладки ловчей древесины не ближе 20 м от стены елового леса).

5. При обнаружении повышенной численности короеда типографа (больше 1000 жуков I поколения за весь период наблюдений (II декада апреля – III декада июня) или II поколения (I декада июля – I декада сентября) в среднем на 1 ловушку) в результате проведения феромонного надзора и свежезаселенных деревьев ели для борьбы рекомендуется вывешивать на П-образных опорах феромонные ловушки с диспенсером ИПСВАБОЛ Т в количестве 4-6 штук на 1 га окружа-

ющих еловых насаждений на прогалинах или полянах при их наличии не ближе 20 м от стены елового леса.

Проводить выкладку ловчей древесины в апреле (I декада) для привлечения стволовых вредителей лесов весенней фенологической подгруппы. В качестве выкладки ловчей древесины использовать заготовленную свежесрубленную незаселенную стволовыми вредителями древесину (хлысты или сортименты) при проведении сплошной санитарной рубки.

Ловчую древесину выкладывать на прогалинах или полянах, расстояние от пункта выкладки до стены елового леса должно быть не менее 20 м. Объем выкладки составляет 5 м<sup>3</sup>/га. Рекомендуется поместить на нее диспенсер с феромонным препаратом ИПСВАБОЛ Т или ИПСВАБОЛ Д (1 диспенсер на 5-10 м<sup>3</sup> ловчей древесины) для повышения привлечения короеда типографа.

Поселившихся на ловчей древесине стволовых вредителей в стадии куколок необходимо уничтожить окоркой или вывезти древесину в места оперативной переработки для устранения разлета молодого поколения.

6. При наличии деревьев ели, пораженных еловой корневой губкой, для ограничения ее вредоносности проводить обработку пней свежесрубленных деревьев биологическим препаратом «Флебиопин». Опрыскивание пней 0,1%-ным рабочим раствором (10 мл препарата на 10 л воды) проводить одновременно с рубкой или не позднее одной недели после рубки. Норма расхода рабочего раствора – 10 л воды/15 м<sup>2</sup> поверхности пней.

7. Рекомендуется своевременно проводить выборочные санитарные рубки с выборкой свежезаселенных стволовыми вредителями и пораженных болезнями деревьев ели, а также уборку захламленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Обзор лесопатологического и санитарного состояния лесного фонда Республики Беларусь за 2022 год и прогноз развития патологических процессов на 2023 год: Государственное учреждение по защите и мониторингу леса «Беллесозащита», аг. Ждановичи, 2023. – 109 с.

2. Пестунова Е. Стратегический генофонд // Белорусская лесная газета. – № 16. – 2017. – С. 6–7.

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ТОРФЯНЫХ СУБСТРАТОВ МЕТОДОМ КОНДУКТОМЕТРИИ**

В настоящее время в лесном хозяйстве широко применяются торфяные субстраты для выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой. Определение их качественных параметров является обязательным условием получения стандартного посадочного материала [1].

Метод лабораторного химического анализа является высокоточным, однако дорогим и затратным по времени. Использование метода кондуктометрии позволит оперативно контролировать качественные показатели субстрата не только на начальный момент, но и в процессе выращивания посадочного материала.

Кондуктометрия – это метод анализа, основанный на способности проводить электрический ток. Кондуктометрия является одним из важнейших физико-химических свойств водных растворов электролитов. Электропроводность растворов зависит от концентрации и природы присутствующих заряженных частиц (простых и сложных ионов, коллоидных частиц). Поэтому измерение электропроводности может быть использовано для количественного определения химического состава раствора [2].

В настоящий момент в Беларуси методология использования кондуктометрии для оценки уровня минерального питания растений и качества субстратов полностью не разработана.

В качестве сырья для приготовления субстратов в лесном хозяйстве используют преимущественно верховой торф, однако допускается в качестве добавки использовать и переходный, и низинный [3].

Наряду со многими положительными сторонами, делающими верховой сфагновый слаборазложившийся торф наиболее широко используемым для производства субстратов, он имеет и негативное свойство, выражающееся в высокой кислотности [4].

Одной из основных операций по приготовлению субстратов, в значительной мере изменяющей свойства торфа, является нейтрализация, для чего чаще всего могут использоваться доломитовая мука и мел. Для проведения опыта по нейтрализации торфяного субстрата доломитом и мелом, изменения электропроводности было поставлено 8 вариантов в 2-кратной повторности с нормой внесения от 0,2 до 3 кг/м<sup>3</sup>. Результаты опыта приведены в таблицах 1 и 2.

**Таблица 1 – Изменение электропроводности верхового торфа при внесении доломитовой муки**

Доза доломитовой муки, кг/м <sup>3</sup>	Электропроводность, мСм/см									
	14.06	15.06	16.06	17.06	19.06	21.06	23.06	26.06	28.06	01.07
Контроль	59,7	60,0	60,8	60,9	62,6	63,6	64,1	65,4	66,1	68,8
0,2	67,7	68,3	69,1	69,8	70,1	70,1	70,2	71,0	72,0	72,8
0,5	73,2	73,2	73,7	78,0	78,6	78,7	78,8	79,0	80,2	83,6
1,0	77,9	79,6	80,3	81,3	82,1	82,4	83,6	84,8	86,1	86,8
1,5	81,3	81,4	82,1	82,2	82,6	83,7	84,1	84,6	87,6	88,6
2,0	85,0	85,6	86,1	86,4	86,5	86,8	87,2	87,9	88,6	88,9
2,5	89,3	89,8	90,4	90,6	90,9	91,2	91,4	91,8	91,9	92,4
3,0	92,7	92,9	93,6	94,0	94,1	94,6	95,2	96,1	97,0	98,3

Из таблицы 1 видно, что электропроводность торфяного субстрата при внесении доломитовой муки в дозировке от 0,2 до 3 кг/м<sup>3</sup> с течением времени увеличивается от 3,5 до 14,2%.

**Таблица 2 – Изменение электропроводности верхового торфа при внесении мела**

Норма мела, кг/м <sup>3</sup>	Электропроводность, мСм/см									
	14.06	15.06	16.06	17.06	19.06	21.06	23.06	26.06	28.06	01.07
Контроль	59,7	60,6	61,9	62,5	63,9	65,8	66,4	68,1	68,8	69,3
0,2	73,2	74,0	74,9	75,6	76,0	76,4	76,9	77,5	77,8	78,0
0,5	86,2	86,9	87,6	88,3	88,9	89,4	89,8	90,2	90,7	91,2
1,0	89,3	89,8	90,6	92,4	94,1	95,6	95,9	96,5	97,0	97,3
1,5	92,3	93,9	94,5	95,8	96,5	98,2	98,6	98,9	99,4	99,8
2,0	93,6	95,2	97,6	99,1	102,8	103,6	103,9	104,6	105,8	106,3
2,5	94,8	96,3	97,8	99,7	102,4	104,8	105,2	106,8	107,3	108,9
3,0	101,3	101,9	103,7	104,8	105,8	106,1	106,9	107,8	108,5	110,3

Из таблицы 2 видно, что электропроводность торфяного субстрата при внесении мела в тех же дозировках с течением времени увеличивается от 5,8 до 14,9%. На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод о том, что при внесении доломитовой муки в дозировке 0,2 кг/м<sup>3</sup> через 17 суток по сравнению с контролем электропроводность увеличивается на 6%, а при дозировке 3,0 кг/м<sup>3</sup> – на 43%. В то время как при внесении мела в тех же дозировках электропроводность увеличивается соответственно на 13% и 59%. Поэтому можно сделать вывод, что по сравнению с мелом доломитовая мука при дозе внесения 0,2–3 кг/м<sup>3</sup> оказывает меньшее влияние на изменение электропроводности торфяного субстрата.

Также было исследовано влияние внесения нейтрализующих веществ на реакцию среды торфяного субстрата. Результаты исследо-

ваний представлены в таблицах 3 и 4.

**Таблица 3 – Изменение электропроводности верхового торфа при внесении мела**

Норма мела, кг/м <sup>3</sup>	Электропроводность, мСм/см									
	14.06	15.06	16.06	17.06	19.06	21.06	23.06	26.06	28.06	01.07
Контроль	1,86	1,90	1,93	1,95	2,02	2,04	2,09	2,18	2,24	2,30
0,2	2,05	2,09	2,16	2,23	2,29	2,36	2,41	2,54	2,63	2,68
0,5	2,10	2,15	2,26	2,31	2,40	2,49	2,56	2,62	2,69	2,75
1,0	2,21	2,29	2,36	2,48	2,54	2,68	2,74	2,78	2,82	2,86
1,5	2,48	2,53	2,65	2,74	2,79	2,85	2,89	2,94	3,02	3,04
2,0	2,52	2,59	2,67	2,75	2,89	2,98	3,15	3,19	3,20	3,26
2,5	2,69	2,74	2,83	2,96	3,21	3,34	3,46	3,63	3,86	3,92
3,0	2,80	2,95	3,26	3,68	3,92	4,25	4,36	4,39	4,42	4,54

Из таблицы 3 видно, что увеличение дозировки доломитовой муки увеличивает нейтрализацию субстрата. При этом рост процесса раскисления происходит равномерно. При внесении доломитовой муки в дозировках от 0,2 до 3 кг/м<sup>3</sup> кислотность торфяных субстратов увеличивается от 2,05 до 4,54.

**Таблица 4 – Изменение кислотности верхового торфа при внесении мела**

Норма мела, кг/м <sup>3</sup>	Электропроводность, мСм/см									
	14.06	15.06	16.06	17.06	19.06	21.06	23.06	26.06	28.06	01.07
Контроль	1,86	1,94	2,02	2,08	2,12	2,16	2,19	2,26	2,35	2,44
0,2	2,71	2,78	2,81	2,84	2,89	2,93	2,93	2,94	2,96	2,96
0,5	2,84	2,87	2,92	2,96	3,00	3,02	3,05	3,08	3,10	3,12
1,0	2,95	2,99	3,05	3,09	3,12	3,16	3,19	3,21	3,22	3,24
1,5	3,14	3,17	3,21	3,26	3,28	3,29	3,30	3,32	3,34	3,36
2,0	3,34	3,36	3,38	3,41	3,43	3,45	3,59	3,67	3,74	3,85
2,5	4,10	4,23	4,34	4,39	4,47	4,52	4,54	4,58	4,61	4,62
3,0	4,62	4,64	4,66	4,67	4,68	4,69	4,71	4,72	4,72	4,73

Из таблицы 4 видно, что увеличение дозировки мела также увеличивает нейтрализацию субстрата. Использование мела привело к постепенному изменению актуальной кислотности торфяного субстрата с рН<sub>KCl</sub> 2,71 до рН<sub>KCl</sub> 2,44–4,73. На реакцию среды торфяного субстрата внесение доломитовой муки и мела оказывает такое же влияние, как на электропроводность и закономерность сохраняется. Кислотность торфяного субстрата при внесении мела в дозировке 0,2 кг/м<sup>3</sup> через 17 суток по сравнению с контролем увеличивается на 17%, а при дозировке 3,0 кг/м<sup>3</sup> – на 97%.

При внесении мела в тех же дозировках кислотность увеличивается

ется соответственно на 21% и 94%. Это также говорит о том, что внесение мела оказывает влияние большей степени на кислотность торфяного субстрата, чем внесение доломитовой муки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой для лесовосстановления: автореферат дис. д-ра. с.-х. наук. СПб.: Изд-во СПбЛТА, 1998. 47 с.

2. Белоусова, Е. Н. Инструментальные методы исследования почв и растений: учеб. пособие / Е. Н. Белоусова. – Красноярск: Краснояр. гос. аг-рар. ун-т, 2014. – 267 с.

3. Шишкин П. В. Контроль технологических параметров при выращивании сельскохозяйственных культур. Гавриш, 2012. № 4. С. 15–17.

4. Смоляк, Л. П. Болотные леса и их мелиорация. – Минск: Наука и техника, 1969. – 210 с.

УДК 630\*232.329

О.А. Селищева, доц. канд. с.-х. наук; А. М. Граник, ассист.;  
А.В. Юрениа, доц., канд. с.-х. наук (БГТУ, г. Минск);  
А.В. Романчук, нач. питомника (Воложинский л-з, г. Воложин);  
М.Ю. Гуша, нач. отдела (РУП «Белгослес», г. Минск)

### **ВЫРАЩИВАНИЕ СЕЯНЦЕВ ОСНОВНЫХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД В ЗАКРЫТОМ ГРУНТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА**

Стимуляторы (регуляторы) роста растений – вещества, обладающие большой биологической активностью, усиливающие деление клеток, следовательно, и рост растений.

Стимуляторы роста повышают устойчивость растений к резким перепадам температур, морозостойкость, приживаемость молодых саженцев при пересадке. Обязательное условие при пользовании стимуляторами роста – точное соблюдение дозировки. Один и тот же препарат в разных дозах может действовать как стимулятор корнеобразования или роста, но при повышенной концентрации действует как ингибитор, то есть тормозят, подавляют рост и развитие растений. Поэтому применять их надо с большой осторожностью и умением.

Для исследований были выбраны следующие препараты:

Эпин-Экстра: природный биорегулятор, стимулятор роста и развития растений, антистрессовый адаптоген, стимулятор иммунной системы, аналог природного фитогормона эпибрассинолида. Механизм его действия заключается в регулировании синтеза самим растением

других фитогормонов – ауксинов, гиббереллинов, цитокининов, абсцизовой кислоты и этилена. Препарат регулирует все защитные функции клетки. Снижает стресс пересадки, стимулирует устойчивость к фитофторозу и другим заболеваниям, повышает устойчивость к засухе, холоду, ожогам и воздействию других неблагоприятных внешних факторов. Безопасен для человека и животных, полезных насекомых, экологически безвреден [1].

Фитовитал: комплекс из двенадцати микроэлементов с янтарной кислотой. Активизирует рост и развитие сеянцев лиственных древесных пород. Обладает ярко выраженным стресс-протекторным воздействием на растения. Повышает их устойчивость к неблагоприятным факторам среды (заморозки, повышенные температуры, засуха и пр.) Активизирует иммунитет растений, является активным фунгистатиком. Фитовитал относится к малоопасным. Безопасен для человека, животных, пчел и почвенной микрофлоры [2].

Экосил: действующим веществом препарата является комплекс физиологически-активных соединений, близких по составу действующему веществу женьшеня, полученный на основе компонентов пихты сибирской. Эффективный стимулятор роста, мощный индуктор иммунитета растений и отлично работающий антистрессовый препарат. Быстро реанимирует растения после воздействия неблагоприятных факторов (заморозки, засуха, обработка пестицидами). Обладает ярко выраженным фунгицидным эффектом, сокращая бактериальную, вирусную и грибную заболеваемость растений [3].

Для определения влияния регуляторов роста на рост лиственных видов, в производственных условиях были поставлены опыты. В опытных вариантах были взяты рекомендуемые концентрации из литературных источников, а также пониженные и повышенные. Для сравнения по каждому виду оставлены варианты, где обработка стимуляторами не производилась.

Результаты статистической обработки измерений высот приведены в таблице.

Таким образом для достижения максимальных показателей по высоте, обработку сеянцев березы повислой при выращивании в закрытом грунте необходимо проводить Эпин-экстра с нормой расхода 0,006 мл/м<sup>2</sup>, либо можно использовать Фитовитал с нормой расхода 10 мл/м<sup>2</sup>. В качестве альтернативного препарата можно использовать Экосил с нормой расхода 2,0 мл/м<sup>2</sup>. Обработку сеянцев дуба черешчатого необходимо проводить Эпин-экстра с нормой расхода 0,009 мл/м<sup>2</sup>, либо можно использовать Фитовитал с нормой расхода 10 мл/м<sup>2</sup>. В качестве альтернативного препарата можно использовать Экосил с нормой расхода 2,0 мл/м<sup>2</sup>.



**Таблица – Результаты статистической обработки измерений высот сеянцев основных лесообразующих пород в закрытом грунте**

Стимулятор и концентрация	Средняя высота, см					
	сеянцы березы повислой	сеянцы ольхи черной	сеянцы ясеня обыкновенного	сеянцы дуба черешчатого	сеянцы липы мелколистной	сеянцы клена остролистного
Эпин-экстра, 0,003 мл/м <sup>2</sup>	19,1	15,8	12,8	17,1	12,0	12,9
Эпин-экстра, 0,006 мл/м <sup>2</sup>	20,3	18,5	13,4	20,0	14,3	16,2
Эпин-экстра, 0,009 мл/м <sup>2</sup>	21,0	19,0	13,5	21,1	15,0	16,7
Фитовитал, 5 мл/м <sup>2</sup>	17,3	14,7	14,2	16,2	12,1	13,3
Фитовитал, 10 мл/м <sup>2</sup>	18,7	16,2	15,5	18,5	16,6	18,3
Фитовитал, 15 мл/м <sup>2</sup>	19,2	16,9	15,5	19,2	17,0	18,8
Экосил, 1,5 мл/м <sup>2</sup>	18,2	18,2	15,1	16,7	11,9	12,5
Экосил, 2,0 мл/м <sup>2</sup>	22,6	21,4	17,2	22,4	16,5	19,4
Экосил, 2,5 мл/м <sup>2</sup>	22,4	26,7	17,7	22,8	17,2	20,2
Контроль	15,4	14,1	12,7	15,4	10,1	10,0

Обработку сеянцев ольхи черной и клена остролистного при выращивании в закрытом грунте необходимо проводить Эпин-экстра с нормой расхода 0,006 мл/м<sup>2</sup>, либо можно использовать Фитовитал с нормой расхода 10 мл/м<sup>2</sup>. В качестве альтернативного препарата можно использовать Экосил с нормой расхода 2,5 мл/м<sup>2</sup>.

Обработку сеянцев ясеня обыкновенного необходимо проводить Эпин-экстра с нормой расхода 0,006 мл/м<sup>2</sup>, либо можно использовать Фитовитал с нормой расхода 10 мл/м<sup>2</sup>. В качестве альтернативного препарата можно использовать Экосил с нормой расхода 2,0 мл/м<sup>2</sup>.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вакуленко В.В. Применение регуляторов роста растений при выращивании древесных и декоративных культур // Озеленение и питомники. – М.: ННПП «Нэст М», 2012. – № 1. – С. 29–32.

2. Регулятор роста растений Фитовитал [Электронный ресурс]. – URL: <https://cvetbel.by>

fitovitale#:~:text=%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%20%D0%B8%D0%B7%20%D0%B4%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%86%D0%B0%D1%82%D0%B8%20%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%20%D1%81,%D0%BB%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B4%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%B5%D1%81%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B8%20%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%82%D0

%B0%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D1%85%20%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D1%83%D1%80 (дата обращения 25.01.2024).

3. Экосил [Электронный ресурс]. – URL: <https://ecosil.by/reguljator-rosta-rastenij-jekosil-40mm> (дата обращения 25.01.2024).

УДК 630\*232.329

О.А. Селищева, доц. канд. с.-х. наук;  
А.В. Юрениа, доц. канд. с.-х. наук;  
А.М. Граник, ассист.; Е.А. Наукович, ассист. (БГТУ, г. Минск);  
А.В. Романчук, нач. питомника (Воложинский л-з, г. Воложин);  
М.Ю. Гуша, нач. отдела (РУП «Белгослес», г. Минск)

### **ВЛИЯНИЕ СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЯНЦЕВ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ**

Технологический процесс выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой представляет собой набор последовательных операций, каждая из которых имеет большое значение и напрямую влияет на качество получаемых сеянцев. Регуляторы роста (фитогормоны) – это органические вещества, обладающие в самых незначительных концентрациях прямым воздействием на растения. Фитогормоны управляют жизнью растения с момента прорастания семени и до его отмирания. Они определяют интенсивность процессов роста и формирования новых органов, цветение и плодоношение, старение и переход к покою, а затем выход из него. Регуляторы роста не могут изменить природу растения, а лишь помогают ему эффективнее использовать унаследованный жизненный потенциал, который в данных условиях по ряду причин остается нереализованным.

Для установления влияния регуляторов роста (применяли экосил (концентрация 1,5 мл/м<sup>2</sup>, 2,0 мл/м<sup>2</sup> и 2,5 мл/м<sup>2</sup>), эпин-экстра (концентрация 0,003 мл/м<sup>2</sup>, 0,006 мл/м<sup>2</sup> и 0,009 мл/м<sup>2</sup>) и фитовитал (концентрация 5 мл/м<sup>2</sup>, 10 мл/м<sup>2</sup> и 15 мл/м<sup>2</sup>) на рост и развитие сеянцев дуба черешчатого, клена остролистного, березы повислой, ясеня обыкновенного, ольхи черной и липы мелколистной с закрытой корневой системой были поставлены производственные опыты. Семена высевались в кассеты Plantek F35. Семена липы мелколистной, клена остролистного и ясеня обыкновенного высевали сразу после сбора в осенний период прошлого года с целью прохождения семенами стратификации в субстрате. Высев семян березы повислой, дуба черешчатого и

ольхи черной производили весной. Желуди дуба черешчатого высевались поштучно и располагались горизонтально на глубину около 3 см. Для посева лиственных видов использовались семена 1 класса качества. В одну ячейку кассеты производили высев нескольких семян (за исключением желудей дуба) для получения массовых всходов.

После посева семян, поверхность субстрата в ячейке кассеты мульчировали агроперлитом для исключения излишнего испарения влаги и пересыхания субстрата. Затем кассеты ставили в теплицу на подставки и проводили первый полив. Сравнивая результаты применения регулятора роста эпинэкстра для однолетних сеянцев березы повислой с закрытой корневой системой, можно отметить, что наилучшие результаты были достигнуты, путем опрыскивания растений регулятором роста с дозировкой 0,009 мл/м<sup>2</sup>. Средняя высота сеянцев в конце периода вегетации составила 29,3 см. При обработке регулятором роста в дозировке 0,003 мл/м<sup>2</sup>, средняя высота составила 23,6 см, при обработке с дозировкой 0,006 мл/м<sup>2</sup>, высота составила 28,4 см. По сравнению с контролем, обработанные сеянцы регулятором роста эпин-экстра, превысили контроль на 3,2–8,9 см (15,7–43,6%). При обработке сеянцев березы повислой с закрытой корневой системой фитовиталом, наблюдаем увеличение средней высоты растений по сравнению с контролем на 4,3–6,6 см или 21,1–32,4%. Наилучшие показатели были достигнуты при внесении дозировки 10 и 15 мл/м<sup>2</sup> (здесь средняя высота превысила контроль на 6,6 см), при дозировке 5 мл/м<sup>2</sup> сеянцы превысили контрольные на 4,3 см или 21,1%. Сеянцы, обработанные в течение вегетационного периода регулятором роста экосил, имели в конце периода вегетации следующие высоты: при дозировке 1,5 мл/м<sup>2</sup> – средняя высота растений составила 24,3 см, 2,0 мл/м<sup>2</sup> – 32,1 см, 2,5 мл/м<sup>2</sup> – 33,7 см, что превысила контрольное значение на 3,9, 11,7 и 13,3 см или 19,1, 57,4 и 65,2% соответственно.

При внесении эпин-экстра на растения ольхи черной с закрытой корневой системой, наилучшие показатели также отмечались у растений, обработанных в дозировке 0,009 мл/м<sup>2</sup> (высота превышала контроль на 5,9 см и составила в конце периода вегетации 23,3 см). Немного меньшие результаты были получены при обработке растений дозировкой 0,006 мл/м<sup>2</sup> в конце периода вегетации высота составила 22,6 см). При внесении 0,003 мл/м<sup>2</sup>, средняя высота составила 19,1 см, что также превысило контроль на 9,8%. Анализируя показатели у сеянцев, обработанных фитовиталом, отмечаем, что с концентрацией 5 мл/м<sup>2</sup> высота превышала контроль на 1,2 см или 6,9%, 10 мл/м<sup>2</sup> – на 3,4 см или 19,5%, 15 мл/м<sup>2</sup> – на 4,1 см или 23,6%. При внесении экосила отмечаем, что у сеянцев с концентрацией 1,5 мл/м<sup>2</sup> высота пре-

вышла контроль на 2,8 см или 16,1%, 2 мл/м<sup>2</sup> – на 7,3 см или 42%, 2,5 мл/м<sup>2</sup> – на 7,9 см или 45,4%.

При обработке семян ясеня обыкновенного с закрытой корневой системой регулятором роста эпин-экстра, видим, что лучшие показатели достигнуты при внесении регулятора в дозировке 0,006 мл/м<sup>2</sup> и 0,009 мл/м<sup>2</sup>. Высота таких растений превышает контроль на 2,2 и 2,6 см или 12,6 и 14,9% соответственно. При внесении регулятора в дозировке 0,003 мл/м<sup>2</sup> растения тоже превышают контроль, однако незначительно – всего на 0,4 см или 2,3%. При внесении фитовитала у семян с закрытой корневой системой, отмечаем, что с концентрацией 5 мл/м<sup>2</sup> средняя высота растений превышала контроль на 0,5 см или 2,9%, 10 мл/м<sup>2</sup> – на 2,9 см или 16,6%, 15 мл/м<sup>2</sup> – на 4,0 см или 22,9%. При внесении экосила у семян с закрытой корневой системой, отмечаем, что с концентрацией 1,5 мл/м<sup>2</sup> высота превышала контроль на 0,5 см или 2,9 %, 2 мл/м<sup>2</sup> – на 4,1 см или 23,4%, 2,5 мл/м<sup>2</sup> – на 4,8 см или 27,4%.

Анализируя результаты применения эпин-экстра для однолетних семян дуба черешчатого с закрытой корневой системой, аналогично отмечается, что наилучшие результаты были достигнуты, при опрыскивании растений регулятором роста с дозировкой 0,009 мл/м<sup>2</sup>. Средняя высота семян в сентябре составила 26,1 см. При обработке регулятором роста в дозировке 0,003 мл/м<sup>2</sup>, средняя высота – 21,3 см, при обработке с дозировкой 0,006 мл/м<sup>2</sup>, высота составила 25,6 см. По сравнению с контролем, обработанные семена регулятором роста эпин-экстра, превышают контроль на 1,9–6,7 см (9,7–34,5%). При обработке семян фитовиталом, отмечается увеличение средней высоты растений по сравнению с контролем на 1,9–5,5 см или 9,8–28,4%. Наилучшие показатели были достигнуты при внесении дозировки 10 и 15 мл/м<sup>2</sup>, при дозировке 5 мл/м<sup>2</sup> семена превысили контрольные на 1,9 см или 9,8%. Применение в течение вегетационного периода экосила также повлияло на рост семян дуба. Средняя высота при дозировке 1,5 мл/м<sup>2</sup> составила 22,5 см, 2,0 мл/м<sup>2</sup> – 27,2 см, 2,5 мл/м<sup>2</sup> – 28,3 см, что превысила контрольное значение на 3,1–8,9 см или 16,0–45,9%. Наилучшие результаты при применении эпин-экстра на семена липы мелколистной были достигнуты при опрыскивании растений регулятором роста с дозировкой 0,009 мл/м<sup>2</sup>. Средняя высота семян составила 17,2 см. При обработке регулятором роста в дозировке 0,003 мл/м<sup>2</sup>, средняя высота – 12,1 см, при обработке с дозировкой 0,006 мл/м<sup>2</sup>, высота составила 16,1 см. По сравнению с контролем, обработанные семена регулятором роста эпин-экстра, превышают контроль на 0,7–5,8 см (6,1–50,9%).

При обработке семян липы фитовиталом, отмечается увеличение средней высоты растений по сравнению с контролем на 1,4–7,4 см или 12,3–64,9%. Наилучшие показатели были достигнуты при внесении дозировки 15 мл/м<sup>2</sup>, при дозировке 5 мл/м<sup>2</sup> сеянцы превысили контрольные на 1,4 см или 12,3%. Применение в течение вегетационного периода экосила также повлияло на рост сеянцев. Средняя высота при дозировке 1,5 мл/м<sup>2</sup> составила 13,1 см, 2,0 мл/м<sup>2</sup> – 18,4 см, 2,5 мл/м<sup>2</sup> – 19,1 см, что превысила контрольное значение на 1,7–7,7 см или 14,9–67,5%. Анализируя результаты применения эпин-экстра для однолетних сеянцев клена остролистного с закрытой корневой системой, аналогично отмечается, что наилучшие результаты были достигнуты, при опрыскивании растений регулятором роста с дозировкой 0,006 мл/м<sup>2</sup> и 0,009 мл/м<sup>2</sup>. Средняя высота сеянцев в сентябре составила 18,6–18,7 см. При обработке регулятором роста в дозировке 0,003 мл/м<sup>2</sup>, средняя высота – 13,1 см. По сравнению с контролем, обработанные сеянцы регулятором роста эпин-экстра, превышают контроль на 1,0–6,6 см (8,3–54,5%).

При обработке сеянцев клена с закрытой корневой системой фитовиталом, отмечается увеличение средней высоты растений по сравнению с контролем на 5,6–11,0 см или 46,3–90,9%. Наилучшие показатели были достигнуты при внесении дозировки 15 мл/м<sup>2</sup>, при дозировке 5 мл/м<sup>2</sup> сеянцы превысили контрольные на 5,6 см или 90,9%.

Применение в течение вегетационного периода экосила также повлияло на рост сеянцев клена с закрытой корневой системой. Средняя высота при дозировке 1,5 мл/м<sup>2</sup> составила 12,9 см, 2,0 мл/м<sup>2</sup> – 19,6 см, 2,5 мл/м<sup>2</sup> – 20,0 см, что превысила контрольное значение на 0,8–7,9 см или 6,6–65,3%. Таким образом можно отметить, что наибольшее влияние на рост стимуляторы оказали на липу мелколистную и клен остролистный. По сравнению с контролем превышение роста сеянцев по высоте этих пород составило более 60% при оптимальной дозировке: эпин-экстра оказывает наилучшее влияние в концентрации 0,06–0,09 мл/м<sup>2</sup>, фитовитал – 10–15 мл/м<sup>2</sup>, а экосил – 2,0–2,5 мл/м<sup>2</sup>. На рост сеянцев березы повислой и дуба черешчатого стимуляторы роста оказывали несколько ниже влияние с превышением роста в высоту в среднем от 30 до 50%, оптимальная дозировка препарата та же. На рост сеянцев ольхи черной и ясеня обыкновенного стимуляторы роста оказывали еще ниже влияние, однако результаты тоже превысили контроль. Превышение роста в высоту в среднем от 10 до 30%. В целом при оптимальной дозировке препаратов, стимулирующих рост сеянцев лиственных пород, путем обработки можно достигнуть дополнительного прироста их в высоту.

В.В. Семенюк, асп.;  
С. В. Третьяков, проф., д-р с.-х. наук  
(САФУ им. М. В. Ломоносова,  
г. Архангельск, Российская Федерация)

## **НЕДРЕВЕСНЫЕ РЕСУРСЫ СЕВЕРОТАЕЖНОГО ЛЕСНОГО РАЙОНА НА ПРИМЕРЕ ПИНЕЖСКОГО РАЙОНА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Расширение бизнес направлений многоцелевого использования лесов является приоритетной задачей, на решение которой направлены усилия органов государственной власти субъектов Российской Федерации. Исследуя объемы разрешенного использования лесов, разработчики лесного плана Архангельской области определили большие объемы ресурсов для заготовки недревесной продукции леса, включая пищевые ресурсы, выращивание медоносных и лекарственных растений. В целом по Архангельской области есть прецедент аренды участков для заготовки пищевых ресурсов и сбора лекарственных растений на площади 108732,9 га и для выращивания ягодных, декоративных и лекарственных растений 3232,0 га [1]. В пределах Пинежского района случаев аренды для заготовки недревесных ресурсов не отмечено, но в пределах района имеется достаточно большие запасы.

На территории Пинежского района располагаются 3 лесничества Пинежское, Карпогорское и Сурское, а также Пинежский государственный заповедник. Угодья для разрешенного использования недревесных ресурсов располагаются на территории лесничеств, входящих в состав Министерства природных ресурсов и лесопромышленного комплекса Архангельской области.

Основные параметры, сроки и объемы разрешенного использования лесов для заготовки недревесных лесных ресурсов определяются Лесным кодексом Российской Федерации (статья 32 и 33) [2] и приказом Минприроды России от 28 июля 2020 года №496 «Об утверждении Правил заготовки и сбора недревесных лесных ресурсов» [3]. Оценку объемов ресурсов недревесного сырья в Архангельской области проводят по методике И.Н. Лукина и Г.А. Чибисова [4]. Урожайность угодий основных промысловых видов ягод, рассчитанная в зависимости от типа продуцирующих лесорастительных условий Архангельской области приведена в таблице 1.

Приведенный в таблице диапазон продуктивности ягодников объясняется холодным и неустойчивым климатом северной части Архангельской области. Нередко наблюдаются возвратные холода, продолжительные периоды холодной дождливой погоды, что в значительной степени оказывают влияние на урожайность ягод и грибов.

Часто урожайные годы сменяются неурожайными. Подобные явления накладывают определенные риски на данный вид бизнеса, что снижает инвестиционную привлекательность использования недревесных ресурсов в северотаежном лесном районе.

**Таблица 1 – Продуктивность основных промысловых видов ягод в Архангельской области [4]**

Вид продукции	Тип продуцирующих угодий	Урожайность угодий, кг/га
Брусника	Сосняки брусничные, долгомошные, кустарничково-сфагновые, вырубки	160-400
Клюква	Заболоченные сосняки, открытые болота	50-180
Черника	Сосняки и ельники черничные и чернично-сфагновые	100-230
Морошка	Сосняки сфагновые, кустарничково-сфагновые и участки сосны по болоту	70-180

Ресурсы ягод и других недревесных ресурсов осваиваются недостаточно и в основном местным населением для собственных нужд. Сбор и заготовка недревесных ресурсов для собственных нужд гражданами является разрешенным и бесплатным видом пользования. Нередко местное население продает часть заготовленных пищевых ресурсов и лекарственного сырья мелким заготовителям. Официальных данных статистики об объемах заготовки недревесных лесных ресурсов на территории Пинежского района нет. По экспертным оценкам в Архангельской области ежегодно заготавливается около 10 тыс. тонн дикорастущих ягод. Для повышения инвестиционной привлекательности информация об отдельных видах недревесных лесных ресурсов размещена на ГЕОПОРТАЛЕ Архангельской области.

Объемы разрешенного использования лесов в Пинежском районе Архангельской области по данным лесохозяйственных регламентов Пинежского, Карпогорского и Сурского лесничеств [5,6,7] приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Объемы разрешенного использования лесов в Пинежском районе Архангельской области, тонн/год**

Вид пищевых ресурсов, лекарственных растений	Количество ресурсов по лесничествам			
	Пинежское	Карпогорское	Сурское	Итого
1	2	3	4	5
Ягоды по видам				
Клюква	437	133	113	683
Брусника	1137	183	107	1427
Черника	3011	1121	1197	5329
Голубика	15	-	40	55
Морошка	210	442	378	1030

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
Грибы по видам				
Белый гриб	1.7	6	2	9.7
Подосиновик	108	122	96	326
Волнушка	75.7	50	81	206.7
Груздь	0.6	1	1	2.6
Подберезовик	374.4	104	81	559.4
Козляк	67.5	23		90.5
Моховик	14.2	28	36	78.2
Сыроежка	270.8	167	158	595.8
Масленок	76.1	17	181	274.1
Валуй	6.7	-	0	6.7
Рыжик	-	-	1	1
Серушка	4	-		4
Древесные соки по видам				
Березовый сок	900	111	872	1883
Лекарственное сырье				
Багульник (трава)	128.5	432	160	720.5
Зверобой (трава)			1	1
Вахта трилистная (листья)	22.9	37	71	130.9
Лабазник	3.6	-	-	3.6
Змеевик (корневища)	0	9	24	33
Шиповник (плоды)	0	26	5	31
Брусника (листья)	1880.2	4410	1860	8150.2
Береза (почки)	342.1	164	299	805.1

В целом, оценивая объемы основных недревесных ресурсов, следует отметить значительные объемы, разрешенные для заготовки в Пинежском районе Архангельской области. Ягод более 8,5 тыс. тонн в год, грибов около 2,1 тыс. тонн в год, березового сока 1,9 тыс. тонн в год, около 9,9 тыс. тонн в год лекарственного сырья. Это может быть привлекательным для инвесторов в целях развития соответствующих видов бизнеса. Ограничивающими факторами являются: неустойчивый климат и неразвитость инфраструктуры в данном районе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный лесной реестр [Электронный ресурс], <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minlpk/docList/> (дата обращения 10.01.2024).

2. Лесной кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс], [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_64299/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_64299/) (дата обращения 10.01.2024).

3. Приказ Минприроды России от 28 июля 2020 года №496 «Об утверждении Правил заготовки и сбора недревесных лесных ресурсов» [Электронный ресурс], [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_371199/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_371199/) (дата обращения 10.01.2024).



4. Лукин И.Н., Чибисов Г.А. Рекомендации по учету, прогнозированию и сбору недревесной продукции леса. – Архангельск: АИЛиЛХ. – 1977. -43 с.

5. Лесохозяйственный регламент Пинежского лесничества. [Электронный ресурс], <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minlpk/docList/> (дата обращения 10.01.2024).

6. Лесохозяйственный регламент Карпогорского лесничества. [Электронный ресурс], <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minlpk/docList/> (дата обращения 10.01.2024).

7. Лесохозяйственный регламент Сурского лесничества. [Электронный ресурс], <https://dvinaland.ru/gov/iogv/minlpk/docList/> (дата обращения 10.01.2024).

УДК 582.475

Н.В. Серко, ст. преп., канд. с.-х. наук;  
Т.М. Бурганская, доц., канд. биол. наук;  
Г.А. Волченкова, зав. кафедрой, канд. биол. наук;  
Н.А. Макознак, доц., канд. арх. (БГТУ, г. Минск)

**СОСТАВ И СОСТОЯНИЕ КОЛЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ  
СЕМЕЙСТВА СОСНОВЫЕ (*PINACEAE*) В ЭКСПОЗИЦИЯХ  
ПАРТЕРНОЙ ЧАСТИ БОТАНИЧЕСКОГО САДА  
БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Сосновые (*Pinaceae* Lindl.) – семейство хвойных растений, которое насчитывает 11 родов, сгруппированных в 4 подсемейства, и 234 вида [1]. Распространены преимущественно в Северном полушарии. Многие виды являются лесообразующими породами, а их декоративные формы широко используются в садах и парках.

Формирование коллекции представителей семейства *Pinaceae* в партерной части ботанического сада Белорусского государственного технологического университета (БГТУ) осуществлялось в период с 2005 по 2015 гг., с наиболее массовыми посадками в 2008–2010 гг.

Целью данного исследования являлись анализ сохранности коллекции представителей семейства Сосновые в экспозициях партерной части ботанического сада БГТУ, а также оценка разнообразия, состояния и динамики роста растений. При проведении исследования уточнялась систематическая принадлежность растений, количество экземпляров отдельного вида и/или декоративной формы, определялись категория состояния и морфометрические показатели: высота надземной части, диаметр кроны, прирост текущего года. Высоту надземной ча-

сти растений измеряли от корневой шейки до верхней точки роста наибольшего вертикального побега. Прирост текущего года измеряли по зеленой, неодревесневшей части основных побегов (не менее 3 побегов каждого растения). Диаметр кроны измеряли в ее наиболее широкой части, в двух взаимно перпендикулярных направлениях по горизонтали, сумму измерений делили пополам. Оценку состояния проводили по 5-балльной шкале, где 5 баллов – отличное состояние, 1 балл – гибель растений. Полученные данные сравнивались с аналогичными показателями 2013 г.

Результаты инвентаризации, проведенной в 2023 г., показали, что на территории партерной части ботанического сада БГТУ произрастает 31 экземпляр растений, относящихся к 5 родам семейства *Pinaceae*: сосна (*Pinus* L.), ель (*Picea* A. Dietr.), лиственница (*Larix* Mill.), пихта (*Abies* Mill.), тсуга (*Tsuga* (Endl.) Carriere). В состав коллекции входит 10 видов и 19 декоративных форм растений изучаемого семейства. Наиболее многочисленна, как по количеству растений, так и по количеству видов и декоративных форм, коллекция елей. По состоянию на 2023 г. род *Picea* представлен 4-мя видами и 9-ю декоративными формами (Е. обыкновенная – 5 декоративных форм, Е. канадская – 2, Е. сербская и Е. колючая – по 1). За прошедшие 10 лет коллекция сократилась на 5 экземпляров, в том числе 2 – Е. канадской '*Rainbow's End*', 2 – Е. канадской '*Sander's Blue*', 1 – Е. сербской '*Pendula*'.

Проведенные исследования показали, что за период с 2013 г. по 2023 г. наблюдался прирост у всех декоративных форм ели, как по высоте, так и по диаметру кроны (таблица). Наиболее сильный прирост отмечен у Е. сербской '*Pendula*': в высоту – более, чем в 3 раза, по диаметру кроны – более, чем в 7 раз. Высокие показатели прироста в высоту и по диаметру кроны также отмечены и у Е. обыкновенной '*Inversa*', Е. обыкновенной '*Little Gem*' и Е. колючей '*Glauca Globosa*' (более, чем в 2 раза). Значительно увеличился прирост побегов текущего года у декоративных форм Е. обыкновенной '*Inversa*' и '*Little Gem*' – в 6,0–8,3 и 9 раз соответственно.

Род *Pinus* представлен 3-мя видами и 7-ю декоративными формами (С. горная – 3 декоративные формы, С. обыкновенная и С. черная – по 2). За прошедший период времени коллекция сократилась на 1 экземпляр сосны обыкновенной '*Globosa Viridis*'.

У декоративной формы С. горной '*Winter Gold*' отмечено снижение прироста побегов текущего года в 1,5–2,1 раза по сравнению с 2013 г., что, однако, не сказалось на общем приросте растений в высоту и по диаметру кроны. Выявлено значительное увеличение прироста побегов декоративных форм С. черной '*Nana*' и '*Piramidalis*' – в 61,5 и 56,7 раз соответственно. Наибольшее увеличение высоты надземной

части зафиксировано у *S. горной* var. *pumilio* (в 6,8 раз), диаметра кроны – у *S. обыкновенной* 'Watereri' (в 3,6–4,3 раза).

Наиболее малочислены по количеству растений и декоративных форм коллекции представители родов тсуга, лиственница, пихта.

Род *Tsuga* представлен одним видом (*T. canadensis*) и одной декоративной формой 'Jeddeloh', для которых отмечено увеличение всех морфометрических показателей и отличное состояние.

**Таблица – Результаты инвентаризации представителей семейства Сосновые в посадках партерной части ботанического сада БГТУ, 2013 г. и 2023 г.**

Вид, декоративная форма	Количество растений, шт.	Год посадки	Высота растения, см	Диаметр кроны, см	Прирост побегов, см	Категория состояния, балл
1	2	3	4	5	6	7
<b>Ель – <i>Picea</i> A. Dietr.</b>						
<i>P. abies</i> 'Acrocona'	1	2010	$\frac{110}{250}$	$\frac{110}{322,5}$	$\frac{8,0}{15,7}$	$\frac{4}{5}$
<i>P. abies</i> 'Echiniformis'	2	2010	$\frac{14}{30; 20}$	$\frac{27}{47; 40}$	$\frac{0,2}{1,2; 1,3}$	$\frac{5}{5}$
<i>P. abies</i> 'Inversa'	2	2005	$\frac{30}{103; 62}$	$\frac{110}{226; 263}$	$\frac{4,2}{34,7; 25,0}$	$\frac{4}{5}$
<i>P. abies</i> 'Little Gem'	1	2008	$\frac{15}{32}$	$\frac{42}{79,5}$	$\frac{0,2}{1,8}$	$\frac{5}{5}$
<i>P. abies</i> 'Nidiformis'	2	2008	$\frac{60}{100; 100}$	$\frac{115}{168; 204}$	$\frac{4,5}{4,7; 4,0}$	$\frac{5}{5}$
<i>P. glauca</i> 'Alberta Globe'	2	2008	$\frac{55}{65; 56}$	$\frac{65}{72; 58,5}$	$\frac{0,5}{0,5; 0,7}$	$\frac{5; 3}{4; 3}$
<i>P. glauca</i> 'Daisy's White'	1	2008	$\frac{100}{130}$	$\frac{50}{85}$	$\frac{1,0}{2,5}$	$\frac{5}{4}$
<i>P. omorika</i> (Pančić) Purk.	1	–	$\frac{-}{250}$	$\frac{-}{137,5}$	$\frac{-}{13,0}$	$\frac{-}{5}$
<i>P. omorika</i> 'Pendula'	$\frac{2}{1}$	2005	$\frac{200}{660}$	$\frac{51}{377,5}$	$\frac{12,0}{16,0}$	$\frac{5}{5}$
<i>P. pungens</i> 'Glauca Globosa'	1	2010	$\frac{42}{93}$	$\frac{98}{180}$	$\frac{3,2}{4,5}$	$\frac{5}{5}$
<b>Сосна – <i>Pinus</i> L.</b>						
<i>P. mugo</i> Turra	1	2010	$\frac{120}{390}$	$\frac{130}{275}$	$\frac{12,0}{11,0}$	$\frac{5}{5}$
<i>P. mugo</i> var. <i>pumilio</i>	1	2010	$\frac{25}{170}$	$\frac{80}{225}$	$\frac{7,0}{19,7}$	$\frac{4}{5}$
<i>P. mugo</i> 'Ophir'	2	2008	$\frac{50}{260; 260}$	$\frac{80}{241; 241}$	$\frac{5,0}{8,5; 16,7}$	$\frac{5}{5}$
<i>P. mugo</i> 'Winter Gold'	2	2008	$\frac{120}{330; 310}$	$\frac{100}{320; 256}$	$\frac{15,0}{10,3; 7,0}$	$\frac{5}{5}$
<i>P. nigra</i> 'Nana'	1	2009	$\frac{75}{320}$	$\frac{100}{255}$	$\frac{0,2}{12,3}$	$\frac{4}{5}$

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7
<i>P. nigra</i> ' <i>Piramidalis</i> '	1	2008	$\frac{110}{580}$	$\frac{180}{450}$	$\frac{0,3}{17,0}$	$\frac{4}{5}$
<i>P. sylvestris</i> ' <i>Aurea</i> '	1	2009	$\frac{170}{480}$	$\frac{150}{340}$	$\frac{12,0}{15,0}$	$\frac{5}{5}$
<i>P. sylvestris</i> ' <i>Watereri</i> '	2	2010	$\frac{110}{220; 270}$	$\frac{70}{250; 300}$	$\frac{10,0}{9,0; 8,0}$	$\frac{5}{5}$
<b>Лиственница – <i>Larix</i> Mill.</b>						
<i>L. kaempferi</i> ' <i>Diana</i> '	1	2008	$\frac{412}{825}$	$\frac{285}{380}$	$\frac{3,2}{18,0}$	$\frac{5}{5}$
<i>L. kaempferi</i> ' <i>Stiff Weeping</i> '	1	2008	$\frac{152}{165}$	$\frac{120}{175}$	$\frac{10,2}{28,3}$	$\frac{5}{5}$
<b>Тсуга – <i>Tsuga</i> (Endl.) Carriere</b>						
<i>T. canadensis</i> (L.) Carriere	1	2015	$\frac{-}{320}$	$\frac{-}{205}$	$\frac{-}{6,7}$	$\frac{-}{5}$
<i>T. canadensis</i> ' <i>Jeddeloh</i> '	2	2009	$\frac{30}{50; 60}$	$\frac{70}{105; 110}$	$\frac{1,0}{1,5; 3,0}$	$\frac{5}{5}$
<b>Пихта – <i>Abies</i> Mill.</b>						
<i>A. alba</i> Mill.	1	2005	$\frac{140}{350}$	$\frac{100}{299}$	$\frac{10,0}{9,0}$	$\frac{5}{4}$

*Примечание.* В числителе приведены данные инвентаризации 2013 г., в знаменателе – 2023 г. При наличии 2 экземпляров декоративной формы в числителе (2013 г.) приведено среднее значение показателя, в знаменателе (2023 г.) – значение показателя по каждому растению

Род *Larix* представлен одним видом (*L. kaempferi*) и двумя декоративными формами. Высокие показатели прироста отмечены у Л. Кемпфера '*Diana*': высота надземной части увеличилась в 2 раза, диаметр кроны – в 1,3 раза, годичный прирост – в 5,6 раза. Большой годичный прирост (28,3 см) характерен и для Л. Кемпфера '*Stiff Weeping*'. Род *Abies* в коллекции декоративных растений в партерной части включает один вид – *A. alba*. В сравнении с 2013 г. немного снизился годичный прирост побегов, что может быть связано с поражением растения елово-пихтовым хермесом (*Aphrastasia pectinatae* Khol.).

Представители семейства *Pinaceae* в композициях партерной части ботанического сада БГТУ в большинстве своем (87% экземпляров) характеризуется отличным состоянием: образуют ежегодный прирост, имеют хвою и побеги без видимых признаков повреждений, формируют крону, типичную для данного вида или садовой формы. Незначительное усыхание хвои наблюдалось у 10% обследованных хвойных растений (хорошее состояние), 1 экземпляр (3%) ели канадской '*Alberta Globe*' находится в удовлетворительном состоянии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 *Pinaceae* // The Gymnosperm Database. URL: <https://www.conifers.org/pi/Pinaceae.php> (дата обращения: 09.02.2024).

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЛИВА ОТ СОВРЕМЕННЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Современные инновационные технологии значительно упрощают и автоматизируют выполняемые людьми работы, при этом умные системы должны обеспечить максимальную эффективность в работе.

С каждым годом становится все более актуальной задача поиска наиболее эффективных методов для рационального использования водных ресурсов. В условиях современного города применение системы автоматического полива позволяет достичь точного контроля расхода воды, с учетом особенностей участка и высаженных на нем растений, а также существенно снизить энергозатраты и объем используемой воды. На отечественном рынке продаж имеются системы автоматического полива от известных зарубежных производителей, которые предлагают уникальные, современные, надежные и высококачественные решения для автоматизации полива, каждый из которых имеет свои особенности и инновации.

*Hunter*. Это мировой лидер по производству ирригационного оборудования. Компания поставляет продукцию по всему миру, обеспечивая качественное орошение садов и парков, сельскохозяйственных угодий, спортивных и гольф-полей, частных домовладений любой площади. Это популярные системы полива от американского производителя, которые можно купить в готовом виде или в виде комплектующих.

Компания активно внедряет новые технологии и инновационные решения в свою продукцию, ориентируясь на потребности своих клиентов и требования экологических стандартов.

На волне всемирного движения по защите окружающей среды *Hunter* занимается выпуском *наиболее экологичных систем капельного полива и глубинного орошения*. Поступающая через них вода **не размывает грунт**, не подмывает корни растений, **не выделяет соединений, изменяющих состав почвы**. Второе важное стремление производителя – экономичность [1].

Каждое изобретение и каждая разработка ещё лучше **минимизируют расход воды для поливов**, электроэнергии, времени, физических усилий. Интеллектуальные контроллеры программируются на десятки разных программ, режимов и зон полива. При совместной ра-

боте с датчиками дождя они определяют целесообразность полива в каждую конкретную минуту.

Ежегодная экономия ресурсов составляет свыше 30%. При этом, чем сложнее и «умнее» оборудование, тем оно эффективнее, надёжнее, проще и доступнее в монтаже и управлении. С приложением для мобильных устройств программировать и управлять автоматикой можно из любой точки мира [1].

*Gardena.* Это немецкая система микрокапельного автополива для наземного и подземного полива растений. Система пользуется спросом, так как проста и надёжна, рассчитана на полив небольших территорий.

Особенностями системы являются простота монтажа; устойчивость к ультрафиолетовым лучам; предусмотрены датчики осадков, ветра, температуры; система настраивается с учётом особенностей участка, типа почвы, возраста растений, количество и плотности насаждений [2].

*Irritec.* Это полный комплекс оборудования для орошения растений, отличающийся высокой эффективностью и экономичностью. Можно подобрать систему практически для любых целей, поскольку ассортимент продукции бренда включает как спринклерные системы, так и приспособления для прикорневого орошения. Это уникальный товар европейского качества, не имеющий аналогов по надёжности и долговечности [3].

**Компания базируется в Италии, но имеет лаборатории в других странах. Оборудование для автоматического полива и тонкой очистки воды производят в Испании, Португалии, Мексике и США, где компания имеет исследовательские филиалы и испытательные полигоны.**

Основным направлением деятельности Irritec является внедрение все более эффективных решений для оптимизации водных ресурсов и производственных процессов в секторе орошения. Ирригационные системы Irritec гарантируют максимальную эффективность при наименьшем воздействии на окружающую среду.

*Rain Bird.* Корпорация существует с 1933 г. в США и является старейшим производителем ирригационных систем. К сегодняшнему дню имеет более 450 патентов на свою продукцию.

Среди них – за инновационные технологии: «Водяной занавес», обеспечивающий наилучшее распределение воды; контроллер с батареями для установки на участках без электросетей; беспроводные терминалы и центральные контроллеры, управляемые через компьютер [4].

Своей главной задачей Rain Bird Corporation считает разработку и выпуск экономичной водосберегающей продукции для автоматического полива. Разработки компании славятся своим качеством и высокими оценками потребителей. Ассортимент включает более 4000 наименований, продающихся через представителей и дистрибьюторов по всему миру.

*K-Rain.* Компания K-RAIN Manufacturing начала свой путь в 1972 году в США. Имеет более 80 запатентованных собственных уникальных разработок в области орошения. Качество продукции входит в лидирующие позиции производителей комплектующих для ирригации. Оборудование K-Rain для автополива отвечает ряду стандартов: производительность, надежность; универсальность. Кроме этого, роторы и распылители очень экономичны, равномерно орошают необходимую площадь, легки в установке, настройке, использовании и обслуживании [5].

Одним из главных тенденций, которая прослеживается практически у всех американских и европейских компаний, при проектировании систем автополива, стал экологизм и устойчивое использование водных ресурсов, их **экономное расходование и профессиональный подход к проектированию и монтажу инженерных систем.**

В настоящее время производить отечественные аналоги систем автоматического полива, при наличии на рынке зарубежных фирм – не рентабельно. Наибольшую востребованность имеет продукция от производителей Hunter в сочетании с Rain-bird и K-rain. Эти производители предоставляют материалы взаимозаменяемые между собой. Чего нельзя сказать о некоторых других производителях, которые имеет некоторые ограничения в использовании из-за отсутствия взаимозаменяющих деталей с другими производителями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Системы автополива Hunter [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://avto-poliv.by/avtopoliv-hunter>. – Дата доступа: 17.01.2024.

2. Watering – Irrigation supplies – GARDENA [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.gardena.com](http://www.gardena.com). – Дата доступа: 17.01.2024.

3. Products [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.irritec.com/products/>. – Дата доступа: 18.01.2024.

4. Rain Bird. A Global Irrigation Company [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rainbird.com/>. – Дата доступа: 18.01.2024.

5. K-Rain – Оборудование для систем автоматического полива [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://krain.com.ru/>. – Дата доступа: 18.01.2024.

Н.Н. Сечко, начальник отдела,  
М.А. Ильючик, зам. генерального директора  
(РУП «Белгослес», г. Минск)

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЕГАИС И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ РАЗВИТИЯ**

В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 18 февраля 2021 года № 50 «О совершенствовании деятельности по учету древесины» в Республике Беларусь обеспечено функционирование единой государственной автоматизированной информационной системы учета древесины и сделок с ней (ЕГАИС).

Основные доработки ЕГАИС реализовываются оператором ЕГАИС в соответствии с техническим заданием по согласованию с Министерством лесного хозяйства с учетом практики применения нормативных правовых актов и предложений всех заинтересованных.

В 2023 году в промышленную (постоянную) эксплуатацию были внедрены 47 доработок программного обеспечения ЕГАИС, которые были реализованы в 9-ти версиях десктопного (стационарного) приложения, в 10-ти версиях мобильного приложения и в 4-х версиях API для интеграции со смежными системами.

На постоянной основе проводится мониторинг работы и администрирование информационных ресурсов виртуального дата-центра ЕГАИС, а также мониторинг системы защиты информации ЕГАИС.

Вместе с тем, основная проблема функционирования информационных систем, в том числе ЕГАИС, – это отсутствие устойчивого интернет-сигнала на территории лесного фонда страны. На сегодняшний день имеются проблемные зоны покрытия мобильным интернетом на территориях лесного фонда, что не позволяет пользователям своевременно отправлять отчеты по приходно-расходным операциям на сервер ЕГАИС, приводит к наибольшему числу нарушений по учету древесины, так как участники ЕГАИС обязаны использовать мобильное приложение на смартфоне, имеющее выход в Интернет.

Именно поэтому, на данный момент согласовывается правовой регламент попадания информации на сервер ЕГАИС в течение 12-ти часов с момента создания складских документов.

В связи с этим, в 2023 году мобильное приложение ЕГАИС было доработано в части реализации принудительной отправки отчетов по приходно-расходным операциям при появлении устойчивого сигнала сети Интернет. Это позволило обеспечить автоматическую передачу информации на сервер ЕГАИС без влияния «человеческого фактора». Данный функционал разрабатывался с июня 2022 года и запущен в промышленную (постоянную) эксплуатацию 16 февраля 2023 года. Данная доработка позволила сократить время поступления све-



дений в центральную базу данных с момента создания отчета по приходно-расходной операции и выписки документа «ТД-ЛЕС» до момента появления информации о нем на сервере ЕГАИС.

Справочно: удельный вес количества документов «ТД-ЛЕС» с временным интервалом поступления информации о них на сервер ЕГАИС 12 часов и более в 2023 году (с нарастающим итогом): январь 3,0%, январь-февраль 2,4%, январь-март 1,7%, январь-апрель 1,5%, январь-май 1,3%, январь-июнь 1,2%, январь-июль 1,1%, январь-август 1,0%, январь-сентябрь 0,9%, январь-октябрь 0,9%, январь-ноябрь 0,8%, январь-декабрь 0,8%. Для сравнения за 2022 год – 27%.

Кроме того, в 2023 году были реализованы и введены в эксплуатацию следующие работы ЕГАИС разного назначения и сложности. Основными из них являются:

- Доработка функций информационного взаимодействия серверной части программного обеспечения ЕГАИС с АРМ «Лесопользование» и программами бухгалтерского учета (1С: Предприятие) с дальнейшей возможностью формирования электронных товарных накладных.

- Разработка подсистемы ЕГАИС «Пиломатериалы» в рамках интеграции информационных систем по учету древесины ЕГАИС и ЛесЕГАИС (РФ) в части передачи информации о транспортируемой по территории РФ древесине и формирования электронного сопроводительного документа (ЭСД).

- Создание отдельной аналитической системы анализа информации для принятия управленческих решений, позволяющей оперативно анализировать параметры деятельности участников ЕГАИС и получать сводные данные по заготовке, объемах хранящейся на складах продукции, ее движении по складам, а также создавать графики, диаграммы, выводить табличные значения, экспортировать информацию.

- Расширение функционала мобильного клиентского приложения модулем для руководителей, позволяющего оперативно получать информацию по остаткам лесопродукции в своих структурных подразделениях в пределах своей области видимости с целью принятия управленческих решений.

- Запуск в промышленную эксплуатацию отдельного мобильного приложения для покупателей (потребителей) древесины.

- Разработка и внедрение в промышленную (постоянную) эксплуатацию нового мобильного приложения ЕГАИС.

- Реализация возможности списания лесоматериалов, поступивших на деревообрабатывающий цех в соответствии со сменным рапортом и нарядом.

– Реализация устранения потери неотправленной на сервер информации при удалении мобильного приложения с устройства (доработка функционала программного обеспечения и создание процедуры регистрации каждой новой установки (переустановки) мобильного приложения ЕГАИС через оператора ЕГАИС (выдача оператором уникального (одноразового) активационного кода).

– Реализация контроля работы пользователя на двух и более устройствах одновременно, позволяющего исключить ошибки работы с ЕГАИС в части отправки повторяющихся сведений об учете древесины, ошибки при синхронизации справочников при авторизации пользователя, свести к минимуму случаи умышленного сокрытия данных.

В перспективном развитии ЕГАИС на 2024 год отделом электронного учета древесины РУП «Белгослес» запланированы работы в части модернизации программного обеспечения ЕГАИС согласно утвержденному Техническому заданию, а именно:

– оптимизация ЕГАИС (серверная часть, мобильное и десктопное (стационарное) приложение);

– доработка (модернизации) существующего прикладного программного обеспечения, направленная на исключение предпосылок к возникновению рисков злоупотребления при проведении рубок леса и реализации древесины, совершения коррупционных преступлений;

– усовершенствование существующего информационного взаимодействия ЕГАИС с программными продуктами АРМ «Лесопользование», «1С: Предприятие», ЛесЕГАИС (РФ);

– интеграция ЕГАИС с портативным электронным устройством для вычисления объема круглых лесоматериалов, позволяющего передавать данные, полученные с помощью стерео-измерителя, в мобильное приложение ЕГАИС по протоколу Bluetooth с целью оптимизации процесса измерения лесоматериалов;

– расширение функционала информационно-аналитической подсистемы ЕГАИС по результатам эксплуатации;

– разработка и принятие к реализации функционала привязки электронно-цифровой подписи (ЭЦП);

– расширение функционала администратора ЕГАИС;

– расширение функционала расчета абонентской платы;

– разработка подсистемы мониторинга транспорта;

– разработка подсистемы учета пиломатериалов.

Кроме того, отделом электронного учета древесины РУП «Белгослес» на постоянной основе будет обеспечиваться:

– эксплуатация и бесперебойное функционирование ЕГАИС;

- техническая, консультационная, методическая и методологическая поддержка пользователей ЕГАИС;
- хранение информации, содержащейся в ЕГАИС, включая резервное копирование;
- разработка и внедрение новых функциональных требований в соответствии с нормативными правовыми актами;
- доработка эксплуатационной и технической документации.

УДК 630\*165

А.И. Сидор, доц., зав. лабораторией, канд. с.-х. наук;  
Н.С. Луферова, науч. сотр.;  
Е.А. Фомин, мл. науч. сотр.  
(ГНУ «Институт леса НАН Беларуси, Г. Гомель»)

### **СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЛУСИБСОВЫХ ПОТОМСТВ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ**

Определение селекционной ценности полусибсовых потомств плюсовых деревьев и выделение элитных деревьев на основе изучения таксационных показателей роста и развития испытываемых семей являются одним из важнейших показателей формирования селекционно-генетического комплекса. Проведена селекционно-генетическая оценка полусибсовых потомств плюсовых деревьев ели европейской по семенному потомству в испытательных лесных культурах 1968 года создания, заложенных в Осиповичском опытном лесхозе и 1983 года в Двинской экспериментальной лесной базе Института леса НАН Беларуси на площади соответственно 2,6 и 3,0 га. На участке Осиповичского опытного лесхоза представлено семенное потомство 79 плюсовых деревьев и 48 популяционных сборов ели европейской из 25 лесхозов двух лесосеменных районов.

Анализ экспериментальных данных селекционно-генетической оценки полусибсовых потомств плюсовых деревьев показывает, что средний диаметр составляет 20,2 см, средняя высота плюсовых деревьев ели европейской – 21,8 м. Сохранность полусибсовых потомств плюсовых деревьев в испытательных лесных культурах в среднем составляет 31,7%, изменяясь от 5 до 70%. Сохранность 50% и выше имеют 13,9% семей; сохранность 49-30% – 50,6%; сохранность ниже 30% – 35,5% испытываемых потомств. Объем ствола у потомств плюсовых деревьев в среднем составляет 0,345 м<sup>3</sup>. Запас в среднем составляет 250,5 м<sup>3</sup> /га, варьируя от 26,0 до 564,0 м<sup>3</sup>/га.

Установлено, что по диаметру лучше контроля растет 39,2%, по высоте – 35,4%, по объему ствола – 38,0% полусибсовых потомств

плюсовых деревьев. Ряд потомств плюсовых деревьев ели европейской подтверждает высокие показатели продуктивности, так запас древесины на 1 га с учетом сохранности растений в испытываемых семьях выше контроля отмечен у 49,4% потомств плюсовых деревьев, при этом превышение на 10% и более у 43,1%. Выделено 34 элитных деревьев ели европейской. На участке Двинской ЭЛБ представлено семенное потомство 93 плюсовых деревьев и 13 популяционных сборов ели европейской из 15 лесхозов двух лесосеменных районов.

Анализ экспериментальных данных селекционно-генетической оценки полусибсовых потомств плюсовых деревьев показывает, что средний диаметр составляет 17,7 см, средняя высота плюсовых деревьев ели европейской – 19,5 м. Сохранность полусибсовых потомств плюсовых деревьев в испытательных лесных культурах в среднем составляет 46,9%, изменяясь от 25 до 68%. Сохранность 50% и выше имеют 36,6% семей; сохранность 49-40% – 40,8%; сохранность ниже 40% – 22,6% испытываемых потомств. Объем ствола у потомств плюсовых деревьев в среднем составляет 0,238 м<sup>3</sup>. Запас в среднем составляет 325,5 м<sup>3</sup> /га, варьируя от 77,0 до 653,0 м<sup>3</sup>/га. Установлено, что по диаметру лучше контроля растет 53,8%, по высоте – 43,0%, по объему ствола – 48,3% полусибсовых потомств плюсовых деревьев. Ряд потомств плюсовых деревьев ели европейской подтверждает высокие показатели продуктивности, так запас древесины на 1 га с учетом сохранности растений в испытываемых семьях выше контроля отмечен у 40,9% потомств плюсовых деревьев, при этом превышение на 10% и более у 26,9%. Выделено 30 элитных деревьев ели европейской. В результате проведения окончательной селекционно-генетической оценки полусибсовых потомств плюсовых деревьев в испытательных лесных культурах выделено 64 элитных деревьев ели европейской для дальнейшего развития семеноводства и использования их в селекционном процессе. Элитные деревья ели европейской в дальнейшем сохраняются для генетического изучения и размножения на объектах постоянной лесосеменной базы в лесохозяйственных учреждениях республики.

Создание базы элитного семеноводства хвойных пород позволит повысить эффективность плантационного лесовыращивания ели европейской за счет использования в лесном хозяйстве высокопроизводительного и стрессоустойчивого селекционного материала и создавать лесосеменные плантации второго порядка с использованием вегетативного потомства элитных деревьев, а так же организовать производство генетически улучшенных семян.

**ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ТОПОЛЕЙ  
(*POPULUS* L.) ЛИЧИНКАМИ МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ  
*PHYLLONORYCTER POPULIFOLIELLA* (TREITSCHKE, 1833):  
ОЦЕНКИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА  
ГЕРБАРНЫХ СБОРОВ**

**Введение** (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833); Insecta: Lepidoptera: Gracillariidae), нижнесторонняя тополевая моль-пестрянка, в настоящее время широко распространена в Палеарктике, в том числе Беларуси, Европейской части России, на Урале, указывается для многих стран Евразии [1, 2, 3]. Регистрации за пределами Палеарктики, например, для севера Индии связывают с завозом с посадочным материалом тополей [2].

В качестве кормовых растений *Ph. populifoliella* в литературе приведены 12 видов рода *Populus* L.: *P. alba* L., *P. balsamifera* L., *P. deltoides* W. Bartram ex Marshall, *P. koreana* Rehd., *P. laurifolia* Ledeb., *P. maximowiczii* A. Henry, *P. nigra* L., *P. pseudosimonii* Kitag., *P. simonii* Carriere, *P. suaveolens* Fisch, *P. talassica* Kom. и *P. tremula* L. [4]. В условиях Беларуси эта моль-пестрянка повреждает *Populus* × *berolinensis* K. Koch, *Populus* × *canadensis* Moench [5], *Populus nigra* var. *Italica* (Moench.) Kochne, *Populus simonii* Carriere, *Populus alba* L., *Populus balsamifera* L., *Populus longifolia* Fisch. [6].

Различные виды и формы тополей характеризуются некоторыми особенностями строения и физиологии листовых пластинок, значимыми для развития эндобионтов. Анализ коллекционных сборов Гербария Белорусского государственного университета (БГУ) способен не только дополнить информацию о круге кормовых растений нижнесторонней тополевой моли-пестрянки в условиях Беларуси, но и оценить некоторые параметры повреждаемости тополей данным минирующим фитофагом, дающим вспышки массового размножения в декоративных зеленых насаждениях.

**Материалы и методы**

Исходным материалом для выполненной работы послужили сборы тополей Гербария БГУ (MSKU), – большей частью это сборы, сделанные в ходе выполнения проекта «Тополя Минска и их консортивные связи». Мы весьма признательны заведующему кафедрой ботаники БГУ, к.б.н., доценту В.Н. Тихомирову за предоставленную возможность обработки гербарных материалов и консультации по вопросам идентификации таксономической принадлежности тополей.

Идентификация повреждений (мин) проводилась с использованием специализированного определителя [7].

Для получения оцифрованных изображений поврежденных листовых пластинок использован сканер CanoScan 9000F Mark II (разрешение 600 dpi), их обработка выполнена средствами графического редактора ImageJ [8]. Анализ включал определение площади отдельных мин, плотности мин (количество мин на одной заселенной листовой пластинке), поврежденности листовых пластинок (относительной площади поврежденной листовой поверхности). Показатели базовой статистики (средняя арифметическая, стандартное квадратическое отклонение, медиана) рассчитаны с использованием RStudio [9].

### Результаты и обсуждение

Выборки поврежденных листовых пластинок для оценки параметров повреждаемости оказалось возможным сформировать только для гибридов *P. × berolinensis* K. Koch и *P. × rasumowskiana* R.I. Schrod. ex Dippel., которые, как считается, произошли в результате гибридизации *P. nigra* и *P. laurifolia*. Высокая повреждаемость этих гибридных форм вполне согласуется с данными литературы [1, 10]. В таблице представлены значения параметров повреждаемости личинками *Ph. populifoliella* листовых пластинок вышеуказанных тополей.

Таблица – Параметры тополей (*Populus* L.) в коллекционных сборах Гербария Белорусского государственного университета (MSKU)

Место произрастание и другие этикеточные данные	Поврежденность листовых пластинок, %			Площадь отдельных мин, см <sup>2</sup>			Плотность мин, экз./лист
	средняя арифметическая	стандартное квадратическое отклонение	медиана	средняя арифметическая	стандартное квадратическое отклонение	медиана	
<i>Populus × berolinensis</i> K. Koch							
Ул. Красnodонская, 10. Сквер	11,01	0,014	0,088	0,965	0,040	0,955	2,17
<i>Populus × rasumowskiana</i> R.I. Schrod. ex Dippel.							
Минск, ул. Красnodонская, 10. Сквер	15,96	0,016	0,148	0,846	0,026	0,822	2,79
Минск, Троецкое предместье. Коммунальная набережная, у моста через р. Свислочь	5,11	0,009	0,039	0,955	0,052	0,945	1,30
Минск, пересечение ул. Немига и ул. Городской вал (ул. Революционная, 32)	4,33	0,007	0,031	0,891	0,044	0,891	1,00
Минск, вдоль железнодорожной ветки у пересечения ул. Серова и ул. Асаналиева	6,55	0,007	0,056	1,014	0,063	1,042	1,22

Данные таблицы указывают на отсутствие очевидных различий площади отдельных мин личинок нижнесторонней тополевой моли-пестрянки на листовых пластинках тополей Разумовского и берлинского. Относительная площадь поврежденной листовой поверхности (поврежденности листовых пластинок) была ниже у тополя Разумовского, но не в случае его совместного произрастания с тополем берлинским.

Аналогичным образом, средняя плотность мин на заселенных листовых пластинках была ниже для тополя Разумовского, но не в случае его совместного произрастания с тополем берлинским. В целом, полученные данные по площади отдельных мин личинок *Ph. populifoliella* вполне согласуются с ранее полученными нами по результатам анализа собственных сборов [11, 12], а результаты оценок относительной площади поврежденной листовой поверхности не противоречат итогам наших исследований трофэкологии нижнесторонней тополевой моли-пестрянки [12, 11].

Что касается результатов просмотра всех коллекционным сборов представителей рода *Populus* Гербария БГУ, он выявил наличие повреждений личинками *Ph. populifoliella* листовых пластинок широкого круга тополей sect. *Aigeiros* Duby, sect. *Tacamahaca* Spach и nothosect. *Tacageiros* Dolat. & Ziel.

Известно, что черные и бальзамические тополя наиболее подвержены повреждению нижнесторонней тополевой молью-пестрянкой [4], как и их гибриды. В целом, бальзамические тополя секции *Tacamahaca*, к которым относится *P. laurifolia*, менее устойчивы к этому минеру [1].

### **Заключение**

По результатам просмотра коллекционных сборов Гербария БГУ констатировано повреждение личинками нижнесторонней тополевой минирующей моли (*Ph. populifoliella*) листовых пластинок тополей секций *Aigeiros* и *Tacamahaca*, а также межсекционных гибридов. Анализ выборок поврежденных исследуемым минером листовых пластинок тополей берлинского и Разумовского позволил получить данные, характеризующие повреждаемость этих гибридных форм в условиях Беларуси, которые не противоречат литературным сведениям и результатам наших исследований, основанных на собственных сборах в зеленых насаждениях разных регионов страны.

Нижнесторонняя тополевая минирующая моль сохраняет свое значение в качестве основного вредителя декоративных посадок тополей, что требует углубленных исследований экологии, вредоносности и вредоспособности данного минирующего фитофага.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ермолаев, И.В. Экологические механизмы неперiodической популяционной волны на примере тополевой моли-пестрянки *Phyllonorycter populifoliella* (Lepidoptera, Gracillariidae) / И.В. Ермолаев // Журнал общей биологии. – 2019. – Т. 80, №. 6. – С. 451–476.
2. First report of the poplar leaf miner, *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke)(Lepidoptera: Gracillariidae) from India / P.R. Shashank [et al.] // Zootaxa. – 2021. – Vol. 4915, n. 3. – P. 435–450.
3. Kardash, E. Changes in the complex of phyllophagous Lepidoptera (Insecta) in deciduous trees of Kharkiv citi for 50 years / E. Kardash // Baltic Coastal Zone. – 2020. – Vol. 24. – P. 27–39.
4. Trophic specialization of the poplar leafminer *Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833) (Lepidoptera, Gracillariidae) / I.V. Ermolaev [et al.] // Entomological Review. – 2020. – Vol. 100. – P. 287–300.
5. Синчук, Н.В. Поврежденность тополей минирующей молью *Phyllonorycter populifoliella* в Минске / Н.В. Синчук // Лесохозяйственная секция : материалы 87-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 17 февраля 2023 г. / Белорус. гос. технол. ун-т – отв. за издание И.В. Войтов. – Мн. : БГТУ, 2023. – С. 383–386.
6. Трещева, А.Б. Оценка поврежденности листовых пластинок *Populus x euramericana* Dode (Guinier) личинками тополевой моли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella* (Treitschke, 1833)) / А.Б. Трещева // Биологическая осень 2017 (к Году науки в Беларуси): тезисы докладов Международной научной конференции молодых ученых, Минск, 9 ноября 2017 года. – Мн. : БГУ, 2017. – С. 289–291.
7. Nel, J. Atlas des Lépidoptères Gracillariidae Lithocolletinae de France / J. Nel, T. Varenne // Association Roussillonnaise d'Entomologie (R.A.R.E.). – 2014. – Vol. 23, Supplement. – P. 1–144.
8. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений / Синчук О.В. и др. – Минск: БГУ, 2016. – 30 с.
9. Мастицкий, С.Э., Шитиков, В.К. Статистический анализ и визуализация данных с помощью R / С.Э. Мастицкий, В.К. Шитиков. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 496 с.
10. Selikhovkin, A.V. Responses of dendrophagous insects to industrial air pollution / A.V. Selikhovkin // Biosphere. – 2013. – Vol. 5, n. 1. – P. 47.
11. Синчук, Н.В. Характер поврежденности листовых пластинок тополя берлинского (*Populus x berolinensis*) личинками тополевой мо-



ли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella*) в городах Беларуси / Н.В. Синчук, С.В. Буга // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. – 2023. – № 2 (270). – С. 100–109.

12. Синчук, Н.В. Характер повреждения листовых пластинок тополя берлинского (*Populus x berolinensis* Dippel.) личинками тополевой моли-пестрянки (*Phyllonorycter populifoliella*) в городах Витебск и Минск / Н.В. Синчук, С.В. Буга // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. Выпуск 52 / Ин-т эксперим. ботаники НАН Беларуси. – Минск: Колорград.– 2023. – С. 193–202.

УДК 630.43

И.А. Смирнов, доц., канд. с.-х. наук  
(НовГУ им. Ярослава Мудрого, Великий Новгород,  
Российская Федерация)

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ В НОВГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Лесной пожар является опасным стихийным бедствием, в подавляющем большинстве случаев причиной которого является человек и последствия его деятельности. К сожалению, полностью лесных пожаров избежать пока не удастся, в Новгородской области они происходят ежегодно. Наиболее сложными были 1999 год - 748 лесных пожаров на площади более 4,5 тыс.га; 2002 год – 823 пожара на площади 7225 га; 2006 год – 209 пожаров (455 га); 2015 год – 75 пожаров (151 га), 2021 год – 40 пожаров (168 га) [1].

Пожароопасный сезон в регионе начинается со времени схода снежного покрова, поэтому подготовку к нему важно начинать заранее. Лучшим средством борьбы с лесным пожаром, безусловно, является его профилактика. Ежегодно региональным Министерством природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Новгородской области разрабатывается Комплексный

План основных мероприятий по организации подготовки к пожароопасному сезону и профилактике предупреждения лесных пожаров, который включает в себя мероприятия в рамках информационной кампании «Останови огонь!». Сотрудники Министерства проводят десятки бесед, лекций, открытых уроков. Также в период пожароопасного сезона транслируется большое количество сюжетов на телеканалах, размещаются видеоролики в Интернете, статьи в печатных СМИ, распространяются листовки, памятки, буклеты. В лесу устанавливаются агитационные аншлаги. НОАУ – лесхозами и лесопользователями

Новгородской области проводятся меры по противопожарному обустройству лесов.

В период пожароопасного сезона при высоких классах пожарной опасности и неблагоприятной погодной обстановке устанавливаются ограничения посещения леса гражданами. Все же, если по той или иной причине в лесу возник огонь, очень важно его своевременно обнаружить. В рамках мониторинга за пожарной обстановкой в лесах Новгородской области используются разноуровневые системы отслеживания информации. Космический мониторинг выполняется посредством информационной системы дистанционного мониторинга Рослесхоз в круглосуточном режиме.

Информация со спутника, проводящего съемку территории Новгородской области в инфракрасном режиме, передается в Региональное диспетчерское управление, далее каждая из термоточек своевременно проверяется лесничествами и лесхозами с выездом на место. Также в Новгородской области в рамках государственного контракта по авиапатрулированию проводится авиамониторинг лесов. Осуществляются вылеты патрульного самолета. Так, в ходе авиамониторинга в 2021 году, на землях лесного фонда Новгородской области было обнаружено 4 лесных пожара и 3 – на территории Национального парка «Валдайский». Также активно применялись беспилотные летательные аппараты, например, с их помощью в 2020 году обнаружены 4 лесных (в том числе 2 трудно выявляемых торфяных) пожара.

В рамках видеомониторинга используется система раннего обнаружения лесных пожаров «Лесохранитель», охватывающая около 80% территории Новгородской области. Видеомониторинг в системе «Лесохранитель» осуществляется посредством IP-камер, расположенных на вышках оператора мобильной связи. Система видеонаблюдения работает в круглосуточном режиме, данные с видеокамер поступают на пульт региональной диспетчерской службы ГОКУ «Центр лесного хозяйства и регионального диспетчерского управления Новгородской области».

Также в рамках наземного мониторинга до окончания пожароопасного сезона осуществляется ежедневное патрулирование мобильных групп лесной охраны, проводятся патрулирования на территории земель лесного фонда и земель, примыкающих к ним.

Непосредственно борьбу с лесными пожарами в Новгородской области осуществляют 13 лесопожарных станций (ЛПС) II типа и 4 ЛПС – III типа на базе Новгородских областных автономных учреждений - лесхозов. Помимо персонала лесопожарных станций к мероприятиям по тушению лесных пожаров привлекают арендаторов лесных участков, подразделения пожарной охраны и аварийно-

спасательных формирований и других организаций. Всего на территории Новгородской области имеется возможность задействовать на тушении лесных пожаров около 1,3 тыс. человек [2].

Ежегодно проводится закупка новой лесопожарной техники и оборудования в рамках реализации федерального проекта «Сохранение лесов» национального проекта «Экология». Для организации работ подготовлено 125 руководителей тушения лесных пожаров, прошедших специальное обучение. Также перед началом пожароопасного сезона проводятся тактические и командно-штабные учения.

По итогам совместной работы, несмотря на сложные метеорологические условия 2022-23 гг., были достигнуты хорошие показатели. Так, в 2022 году общая площадь 40 возникших пожаров составила 26 га, средняя площадь одного пожара – менее 1 га.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лесной план Новгородской области. Утвержден указом Губернатора Новгородской области от 28.12.2018 № 576.
2. Сводный план тушения лесных пожаров на территории Новгородской области на период пожароопасного сезона 2023 года. Утвержден Губернатором Новгородской области 02.03.2023г.

УДК [37.016:502]: 172.15

С.И. Смирнов, проф., д-р с.-х. наук  
(БГИТУ, г. Брянск, Российская Федерация)

### **ЭКОЛОГО-ПАТРИОТИЧЕСКИЙ ТУРИСТСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕРРИТОРИЙ ОХОТНИЧЬИХ УГОДИЙ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОХОТНИЧЬИХ ХОЗЯЙСТВ И ВНУТРИОБЛАСТНЫХ АДМИНИСТРАТИВНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ / НА ПРИМЕРЕ БРЯНСКОЙ, ГОМЕЛЬСКОЙ И ДРУГИХ ОБЛАСТЕЙ**

К одной из внутренних угроз экологической безопасности России [1], относятся «низкий уровень экологического образования и экологической культуры населения», поэтому вопросы, связанные с содействием повышению уровня экологического образования и культуры населения, а также его патриотическому образованию и культуре, на основе внутриобластных эколого-патриотических комплексов административных образований (межрайонных, районных и внутрирайонных), включающих интегральные туристско-рекреационные комплексы в форме народных парков, с использованием потенциала, ранее обоснованных эколого-историко-патриотических туристских про-

филий, следует считать весьма актуальным не только в России, но и в Белоруссии.

В 2002 г. на Кафедре лесозащиты и охотоведения БГИТА (БГИТУ) организована межвузовская комплексная студенческая экспедиция, направленная на проведение исследований биоэкологического разнообразия и мониторинга биоресурсов на Среднедеснянском полигоне, основу которого составляет Брянский лесной массив (руководитель – заведующий кафедрой Смирнов С.И.), в контексте межреспубликанского (РСФСР-УССР) проекта середины 70-х годов прошлого века «Комплексная проблема Десны».

В 2020г. – в год 75-летия Победы стартовала комплексная межведомственная исследовательская экспедиция «По следам одной из крупнейших партизанско-армейских диверсионных операций Великой Отечественной войны - взрыв ж.д. моста через р. Десна у ж.д. ст. Выгоничи 7,8 марта 1943г.» (координатор Смирнов С.И.), также связанная эколого-патриотическим устройством территорий охотничьих хозяйств и их ближним окружением, по результатам исследований которой к 2024 году, были осуществлены:

- выступления с докладами на научно-практических конференциях, организация экспозиций, обсуждения в форме круглых столов и презентаций результатов исследований;

- акции по обустройству территории местного народного парка «Синий (Голубой) мост» и его составляющих – локальных народных парков «Брянский партизанский лесной массив» и Дорога памяти 7,8 марта 1943 г....», в том числе посредством посадки аллей и садов памяти, установки памятных знаков, поклонных крестов, обозначения мест будущих памятника партизанам и часовни;

- коллективные путешествия, по местам связанным с операцией, сопровождаемые лекторием, в форме: автопробегов, марш-бросков, пешеходных экскурсий и др.;

- подготовка обоснований о придании регионального статуса операции по взрыву моста, не только в Брянской, но и в Орловской и Курской областях;

- научно-методическое обоснование создания межмуниципальных эколого-патриотических комплексов на платформе территорий внутрирайонных административных образований в границах охотничьих хозяйств, на примере, охотхозяйства «Палужское».

Нормативно-правовая основа туристского устройства территорий охотничьих хозяйств и их ближнего окружения в России и Беларуси базировалась на Статье 55. «Услуги в сфере охотничьего хозяйства» [2] и Статьи 55. «Организация охоты для иностранного гражданина» [3].

Методическую основу исследования при проведении комплексных экспедиций, составлял ландшафтный подход, имеющий общенаучное методологическое значение, основанный на многолетнем опыте автора (1972 – 2002гг.) организации и проведения в составе Брянской специализированной лесоустроительной экспедиции В/О «Леспроект» комплексных ландшафтно-экологических исследований в лесах современных России, Беларуси и Украины, по результатам, которых осуществлено охотхозяйственное районирование на ландшафтной основе территории ю-з европейской части России [4] и опубликован ряд авторских научных монографий, посвященных вопросам лесного и экологического туризма [5] и охотничьего туризма [6].

В настоящее время в качестве одной из основных задач российско-белорусской комплексной исследовательской молодежной экспедиции, выступает проведение исследований на территории ряда охотничьих хозяйств и в их ближнем окружении, основу охотничьих угодий которых составляют эколого-патриотические комплексы территорий внутриобластных административных образований Брянской и Гомельской областей, расположенные вдоль Полесской ж.д. Брянск – Гомель – Брест, с целью содействия их социально-экономическому развитию посредством использования ресурсов охотничьего туризма в широком смысле.

Перспективы использования эколого-патриотического туристского потенциала внутриобластных административных образований и территорий охотничьих угодий для целей оптимизации их функционирования, параллельно настоящей конференции в Минске, были обсуждены накануне Дня Российской науки в Брянской областной универсальной научной библиотеке им. Ф.И. Тютчева (07.02.2024г.) на круглом столе на тему: «Малая Родина – Сила Союзного государства России и Белоруссии: эколого-патриотический туристский потенциал территорий охотничьих угодий и его использование для целей оптимизации функционирования охотничьих хозяйств и внутриобластных административных образований, на примере Брянской, Гомельской и других областей», на котором, в том числе: подведены итоги комплексной межведомственной исследовательской экспедиции «По следам одной из крупнейших партизанско-армейских диверсионных операций Великой Отечественной войны – взрыв ж.д. моста через р. Десна у ж.д. ст. Выгоничи 7,8 марта 1943г.»; рассмотрены нормативно-правовые и научно-методические основы формирования комплексной исследовательской молодежной экспедиции «Малая Родина – сила Союзного государства России и Белоруссии»; обобщен опыт создания межмуниципального эколого-патриотического комплекса «Брянский лесной массив – Брянский партизанский лесной массив.

Дорога Памяти 7,8 марта 1943г.» в границах охотничьих угодий охотхозяйства «Палужское» и обозначены основные составляющие эколого-патриотического туристского профиля комплексной исследовательской молодежной экспедиции 2024-2025гг. «Малая Родина – сила Союзного государства России и Белоруссии: Полесская железная дорога Брянск – Гомель – Брест. Дорога смерти в 1941 – 1944гг.» в части соглашения о сотрудничестве, плана мероприятий на 2024-2025гг., включающего продолжение проведения исследований эколого-патриотической направленности, посвященных первому (19.09.1943г., г Орел) и второму (16.07.1944г., г. Минск) партизанским парадом, соответственно, в честь партизан брянских и белорусских лесов, а также синхронизированных с белорусскими коллегами совместных акций, связанных с обустройством и обозначением памятных мест, посадкой аллей и садов памяти, установкой памятных знаков и поклонных крестов в память о партизанах и подпольщиках Великой Отечественной войны, тружениках леса и егерьской службы, выдающихся лесоводов и охотников своего времени Государства Российского, Советского Союза и Союзного государства России и Белоруссии,

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Указ Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 г. № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года»
2. Федеральный закон «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», 2009
3. «Правила охоты на территории Республики Беларусь». Утверждены Указом Президента Республики Беларусь от 16.09.2020г., №345.
4. Смирнов С.И. Научно-методические основы охотхозяйственного районирования и организации мониторинга охотничьих ресурсов // Вестник охотоведения, т.4, №2, 2007. – С.173-174
5. Смирнов С.И. Лесной и экологический туризм, взгляд в будущее /на примере Брянского опытного лесничества – одного из объектов национального лесного наследия. - Брянск: «Аверс», 2017. - 153с.
6. Смирнов С.И. Охотничий туризм, взгляд в будущее /на примере краснорогского имения графа А.К. Толстого – территории охотничьего наследия национального масштаба. - Брянск: Читай город, 2018. -192с.

УДК 630\*64:630\*4

К.М. Сторожишина, зав. научного отдела, канд. с.-х. наук,  
(ГЛХУ «Жорновская экспериментальная лесная база  
Института леса НАН Беларуси», г. Осиповичи)

## **ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ ПИХТЫ БЕЛОЙ: ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ПРОДУКТИВНОСТИ**

На сегодняшний день естественное произрастание пихты белой на территории Беларуси известно только в Беловежской пуще. Является реликтовым видом. Исследованием биологических особенностей и хозяйственной ценности пихт, с учетом их интродукции, занимались ученые не одно десятилетие.

В оптимальных почвенно-грунтовых условиях перспективно создание и выращивание лесных культур пихты. По данным выдельного банка данных лесного фонда Минлесхоза их площади незначительны (до 10 га), возраст достигает 95 лет. Нами были обследованы 90-летние лесные культуры пихты в ГЛХУ «Клецкий лесхоз» Минского ГПЛХО (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Смешанные культуры пихты и сосны**

В данных условиях местопроизрастания (кисличная серия типов леса, гигротоп – Д<sub>2</sub>) смешанные хвойные лесные культуры характеризуются высокими показателями роста и продуктивности. В настоящее время в лесных культурах еще достаточно хорошо просматриваются ряды пихты. Пихта представлена крупномерными высокоствольными деревьями с хорошей очищаемостью стволов от сучьев. В результате оценки показателей биологической устойчивости лесных насаждений пихто-сосновые культуры следует отнести к 1-му классу биологической устойчивости.

На основании перечета на временной пробной площади получили таксационные показатели древостоя пихты и сосны, что позволило оценить рост древесных пород в смешанном насаждении (таблица 1).

Показатели роста культур пихты уступают показателям аборигенной хвойной породы – сосны. Полнота древостоя пихты в смешан-

ных культурах достигает 0,8. Так, наблюдается превышение древостоя сосны по средней высоте на 10 % по отношению к древостою пихты. Разница по среднему диаметру достигает 15 %. Следует отметить, что в схожих лесорастительных условиях при сравнении показателей роста древостоя пихты с показателями нормальных еловых древостоев, данные древесные виды имеют схожие таксационные показатели. Так, разница средних показателей не превышает 5 % в пользу пихты.

**Таблица 1 – Сравнительная характеристика таксационных показателей пихты белой и сосны обыкновенной в 90-летних лесных культурах**

Древесная порода	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Число стволов, шт./га	Сумма площадей сечения, м <sup>2</sup> /га	Запас древостоя, м <sup>3</sup> /га
Пихта белая	30,8	30,1	480	34,5	510
Сосна обыкновенная	34,0	34,5	130	12,5	200

Уникальный участок пихто-сосновых лесных культур возраста спелости является примером выращивания высокопродуктивных и биологически устойчивых насаждений. Наличие обильного естественного возобновления пихты разного возраста под пологом доказывает, что данные условия местопроизрастания полностью отвечают природным требованиям древесного вида. Поэтому для сохранения вида перспективно более широкое введение пихты в культуру, в том числе используя ее естественное возобновление.

В этом же лесхозе пихта белая произрастает на территории ботанического памятника природы республиканского значения «Насажение с участием экзотов «Городейское (рисунок 2). В 85-летнем насаждении произрастают 8 видов интродуцированных древесных пород, имеющих особую научную ценность. Участки леса, окружающие насаждение, служат буферной зоной.



**Рисунок 2 – Пихта белая на территории ботанического памятника природы**



Следует отметить, что в паспорте объекта, который составлен в 2007 году, численность пихты белой составляла 11 экземпляров. Нами было учтено только 4 дерева пихты (таблица 2).

**Таблица 2 – Показатели роста деревьев пихты белой, учтенных на территории ботанического памятника природы**

№	Высота, м	Диаметр, см	№	Высота, м	Диаметр, см
1	34,1	52,3	3	20,0	24,0
2	19,2	22,5	4	36,9	84,0

Оставшиеся деревья пихты белой имеют высокие показатели роста, равномерную крону, хорошую очищаемость стволов от сучьев. Под пологом имеется естественное возобновление пихты.

УДК 630\*161:582.623.2

О.М. Ступакова, ст. преп.

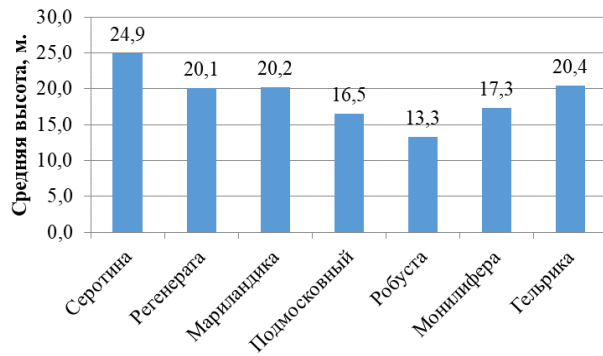
(СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация)

### **БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОРТОВЫХ ТОПОЛЕЙ ДЕНДРАРИЯ СИБГУ**

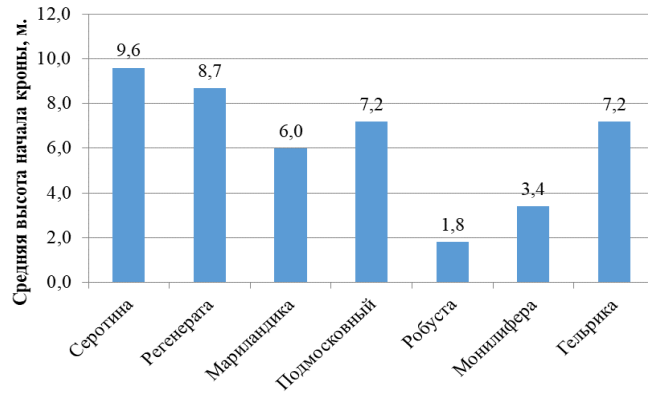
В связи с непрекращающейся вырубкой леса во всем мире тополя считаются весьма перспективными деревьями. Особое значение имеет выведение и внедрение гибридных сортов и форм тополей, характеризующихся повышенной продуктивностью и устойчивостью. В нашей стране создан значительный генетический фонд отечественных и интродуцированных видов, форм, селекционных сортов и гибридов тополя [1, 2, 3]. Коллекция тополей Дендрария СибГУ им. М.Ф. Решетнева была заложена черенками из Центрального сибирского ботанического сада, в котором селекция тополя ведется с применением методов межвидовой гибридизации и экспериментальной полиплоидии [4]. Большую часть коллекции составили евро-американские гибриды черного тополя: Регенерата, Мариландика, Серотина, Робуста и Гельрика. Также в коллекцию вошли сорт Подмосковный (селекции А. С. Яблокова) и сорт Монилифера, относящийся к дельтовидному виду.

Исследование сортовых тополей было проведено по комплексу биометрических показателей (рис. 1–5).

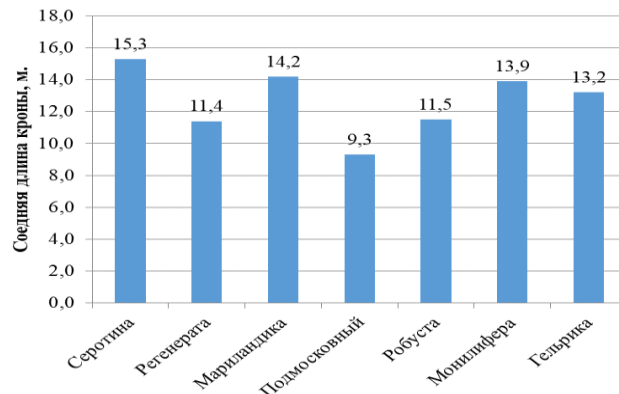
По показателям высоты дерева и длины кроны лидирует сорт Серотина (средняя высота 24,9 м, средняя длина кроны 15,3 м), ниже всех опущена крона у сорта Робуста (1,8 м), наибольшими диаметрами проекции кроны (5,0 м) и ствола (31,7 см) характеризуется сорт Регенерата.



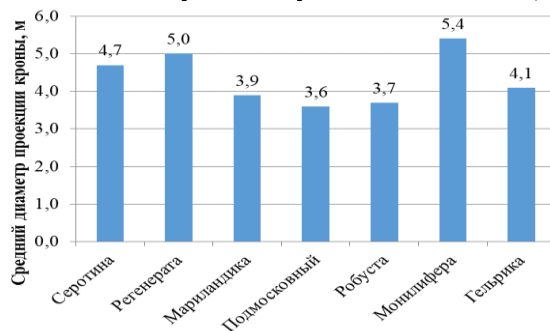
**Рисунок 1 – Средняя высота сортовых тополей Дендрария СибГУ**



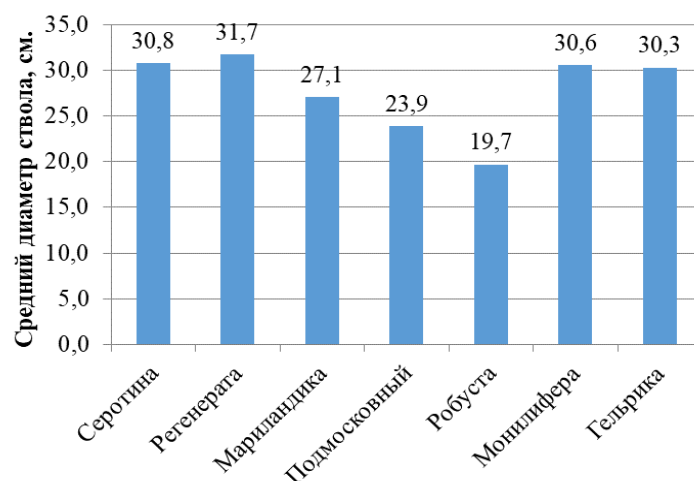
**Рисунок 2 – Средняя высота начала кроны сортовых тополей Дендрария СибГУ**



**Рисунок 3 – Средняя длина кроны сортовых тополей Дендрария СибГУ**



**Рисунок 4 – Средний диаметр проекции кроны сортовых тополей Дендрария СибГУ**



**Рисунок 5 – Средний диаметр ствола сортовых тополей Дендрария СибГУ**

При проведении исследований ни у одного экземпляра не было обнаружено признаков мокрого рака коры. Признаки ржавчины листьев наблюдались у сортов Регенерата, Мариландика и Подмосковный. В результате исследования коллекции сортовых тополей Дендрария СибГУ им. М. Ф. Решетнева установлено, что для биометрических показателей характерны коэффициенты вариации четырех уровней изменчивости (от низкого до высокого), что имеет большое значение, поскольку высокая индивидуальная изменчивость предполагает наличие значительных генотипических различий между особями, обеспечивая возможность проявления адаптации [5, 6].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Царев А.П. Сортоведение тополя. Воронеж : Изд-во ВГУ, 1986. 152 с.
2. Жиленкова Е.С., Гончарова Н.Г. Селекционные формы тополя // XI Международная студенческая научная конференция «Студенческий научный форум». 2019. URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018011867> (дата обращения: 28.12.2023).
3. Демидова Н.А., Дуркина Т.М. Особенности роста и развития тополей в условиях интродукции на Европейском Севере России // Лесной журнал. 2013. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-rosta-i-razvitiya-topoley-v-usloviyah-introduktsii-na-evropeyskom-severe-rossii> (дата обращения: 11.01.2024).
4. Бакулин В.Т. Декоративные гибриды тополя сибирской селекции // Современные направления деятельности ботанических садов и держателей ботанических коллекций по сохранению биоразнообразия растительного мира: Материалы Международной научной конфе-

ренции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Н.В. Смольского. 2005. С. 235-237.

5. Малаховец П.М., Тисова В.А. Рост и сезонное развитие деревьев и кустарников при интродукции в условиях Севера // Лесной журнал. 2000. №1. С.78-81.

6. Милютин Л.И., Муратова Е.Н., Ларионова А.Я. Влияние идей В.Н. Сукачева на развитие генетико-селекционных исследований древесных растений // Лесоведение. 2005. №4. С. 12-17.

УДК 712.4.01

О.М. Ступакова, ст. преп.

(СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация)

### **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И КОМПОЗИЦИЯ ЕНДРОФЛОРЫ СИБИРСКИХ ГОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ СКВЕРОВ Г. КРАСНОЯРСКА**

Совокупность зеленых насаждений общего, ограниченного пользования и специального назначения, связанных между собой в единое целое, составляет систему зеленых насаждений города [4], которые выполняют не только средообразующую, но и защитную функцию в урбанизированной среде.

На территории нашей страны успешно реализуется программа формирования комфортной городской среды, которая, в первую очередь, затрагивает объекты общего пользования, в том числе скверы. Реконструкция объектов общего пользования невозможна без применения озеленительной практики. Озеленение – неотъемлемая и крайне важная составляющая городской ткани. Тем не менее, анализ литературных данных показывает, что, несмотря на очевидность данного утверждения, системы озеленения многих городов нашей страны и Сибири в частности, аккумулируют в себе следующие группы проблем: неудовлетворительное санитарное состояние [1, 8]; отсутствие единой системы озеленения, ее дисперсный характер [2, 6]; бедный видовой состав и однообразие композиций [5, 7]; несоблюдение технологий создания и реконструкции объектов озеленения [2, 9]; отсутствие системы ухода за зелеными насаждениями [3]. Таким образом, проведение локальных территориальных исследований в области ассортимента и композиции дендрофлоры объектов озеленения общего пользования является актуальным.

На территории г. Красноярска проведено обследование 21-го сквера по три в каждом административном районе города.

На модельных объектах отмечено 48 видов древесных растений из 15 семейств. В количественном выражении лидируют семейства маслиновые (три вида, всего 3464 шт.), розовые (15 видов, всего 2953 шт.) и сапиндовые (четыре вида, всего 981 шт.). Лидирующими видами по количественному выражению являются клен ясенелистный (590 шт.) и сирень венгерская (3237 шт.). Только четыре вида были отмечены во всех районах города: сирень венгерская, черемуха Маака, яблоня, клен ясенелистный. Проанализированы доли участия древесных видов в различных типах садово-парковых насаждений. В качестве солитеров использованы 30 видов (3,2 % от общего количества экземпляров), в групповых посадках – 41 вид (32,6 % от общего количества экземпляров), в рядовых посадках – 28 видов (18,7 % от общего количества экземпляров), в живых изгородях – 9 видов (45,5 % от общего количества экземпляров). В качестве солитера и в рядовых посадках чаще всего используется яблоня, в групповых посадках и живых изгородях – сирень венгерская.

Во время натурных обследований определялась категория состояния древесных насаждений. Хорошим состоянием характеризуются следующие виды: бузина обыкновенная, барбарис обыкновенный, рябинник рябинолистный, ива корзиночная, смородина альпийская, черемуха виргинская, береза пушистая, карагана древовидная, жимолость татарская, тополь бальзамический, липа мелколистная, ясень обыкновенный, груша уссурийская, черемуха Маака, черемуха обыкновенная, яблоня, лиственница сибирская, вишня войлочная. Удовлетворительным состоянием характеризуются следующие виды: барбарис Тунберга, береза повислая, ольха серая, вяз приземистый, ива белая, тополь белый, тополь черный, крушина ломкая, смородина золотистая, сирень венгерская, кизильник блестящий, пузыреплодник калинолистный, роза морщинистая, рябина обыкновенная, спирея Билларда, спирея японская, спирея иволистная, спирея серая, клен приречный, клен ясенелистный, ель колючая. Данные виды можно рекомендовать для более широкого внедрения в озеленение.

Так как большинство модельных объектов (81 %) относятся к зонам конфликтных и напряженных условий, перечисленные к рекомендации виды можно считать апробированными и адекватными для использования в озеленении для зон удовлетворительной, напряженной и конфликтной экологической обстановки. Для зон критических условий и условий, близких к экологической катастрофе, требуются дополнительные исследования.

Тем не менее, абсолютной прямой связи между состоянием древесных растений и категорией зоны экологических условий установить невозможно, т.к. фитоценозы скверов, как и других объектов

озеленения, испытывают на себе огромный комплекс биотических, абиотических и антропогенных факторов одновременно.

Видовое разнообразие древесных растений, а также распределение видов между типами садово-парковых насаждений неравномерно и сильно колеблется не только от района к району, но и в пределах одного административного района, что в значительной степени зависит от проектного этапа работ по реконструкции существующих объектов и строительству новых объектов. Несколько нивелировать данную ситуацию могут дополнительные типы садово-парковых насаждений из травянистых растений (различные цветники, зеленые скульптуры) и вертикальное озеленение.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бабич Н.А., Залывская О.С., Травникова Г.И. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов: монография. Архангельск : Арханг. гос. техн. ун-т, 2008. – 144 с.

2. Гнаткович П.С. Особенности системы озеленения и проблемы оптимизации зеленых насаждений в г. Братске // Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири. 2014. С. 146-147.

3. Городков А.В. Ландшафтно-средозащитное озеленение и его влияние на экологическое состояние крупных городов Центральной России : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Санкт-Петербург, 2000. – 425 с.

4. Гостев В.Ф., Юскевич Н.Н. Проектирование садов и парков. М. : Стройиздат, 1991. – 340 с.

5. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Ассортимент видов древесных растений для зеленого строительства в Новосибирске и близких ему по климату районах Западной Сибири. Новосибирск, 1990. – 87с.

6. Кручинко И.Ф., Есина Т.С. Зелёные насаждения как экологический фактор благополучия городской среды // Молодежь – науке: образование, экология, традиции. 2016. С. 43-45.

7. Малаховец П.М., Тисова В.А. Краткое руководство по озеленению северных городов и посёлков. Архангельск : Изд-во АГТУ, 2002. – 108 с.

8. Рунова Е.М., Гнаткович П.С. Видовой состав древесных интродуцентов в зеленых насаждениях общего пользования г. Братска // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. 2013. – С.157-161.

9. Чернышенко О.В. Пылефильтрующая способность древесных растений // Вестник Московского государственного университета леса. 2012. – С. 7-10.

Л.Н. Сунцова, доц., канд. биол. наук;  
Е.М. Иншаков, доц., канд. с.-х. наук  
(СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск,  
Российская Федерация)

## **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ Г. КРАСНОЯРСКА**

Город Красноярск является административным центром Красноярского края, а также самым восточным городом-миллионщиком и центром Восточно-Сибирского экономического района. Экологическая обстановка Красноярска находится под влиянием промышленных предприятий и автомобильного транспорта. Суммарный ежегодный объём промышленных выбросов составляет порядка 275 тыс. тонн вредных веществ.

По экологической оценке, Красноярск входит в список городов РФ с «очень высоким» ( $ИЗА5 > 14$ ) или «высоким» ( $ИЗА5 = 7-13$ ) индексом загрязнения атмосферы [1]. Зеленый лист является наиболее чувствительным органом древесных растений. Осуществляя фотосинтез, листовой аппарат приспособляется к крайне разнообразным условиям среды, отличаясь высокой морфологической пластичностью и адаптационными возможностями.

Фитотоксиканты проникают в лист в большей степени через устьичный аппарат растений, поэтому плотность расположения устьиц, их размеры и степень открытости играют важную роль в формировании устойчивости ассимиляционного аппарата к негативным факторам среды [2].

Изучение данного вопроса рядом авторов показало, что в условиях урбанизированной среды происходит уменьшение размеров листовой пластины, увеличение толщины кутикулы, повышение плотности расположения устьиц на поверхности эпидермиса [2–4]. На примере г. Кемерово было показано, что в условиях города у липы мелколистной и рябины сибирской наблюдается увеличение общего числа устьиц на  $1 \text{ мм}^2$ , а также процента закрытых.

Были отмечены различия в степени изменения изучаемых признаков у деревьев различных видов, а также у деревьев магистральных и парковых посадок [5]. Ранее нами было показано, что в условиях г. Красноярска устьичный аппарат растений некоторых видов древесных растений также претерпевает подобные изменения [6, 7].

Яблоня сибирская (*Malus baccata* Borkh.) является одним из са-

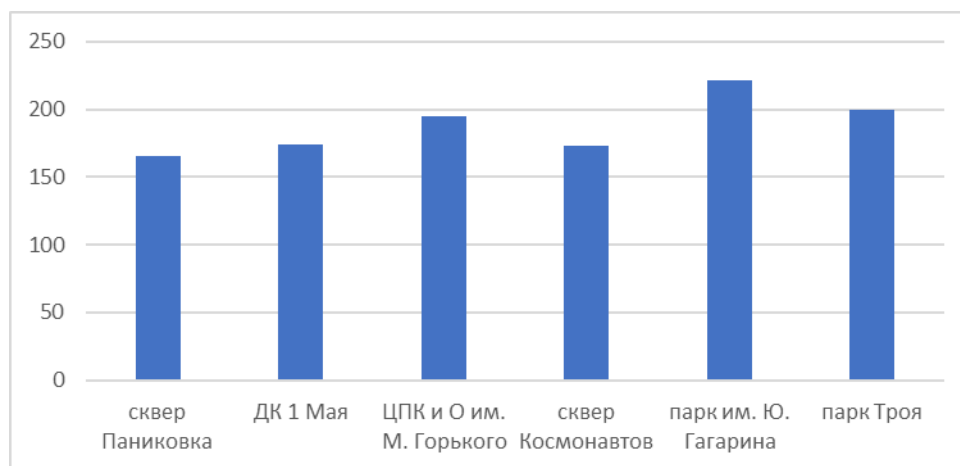
мых широко используемых видов в озеленении г. Красноярска. Изучение жизненного состояния вида выявило угнетающее действие на биометрические показатели однолетних побегов урбосреды г. Красноярска [8]. Однако, вопрос устойчивости яблони сибирской в условиях техногенной среды изучен ещё недостаточно.

Целью настоящих исследований являлось изучение устьичного аппарата листьев у насаждений яблони сибирской (*Malus baccata Borkh.*), произрастающих в условиях магистральных посадок и парковых зон, расположенных в различных районах города Красноярска с различной степенью антропогенной нагрузки.

В качестве контроля выбрали насаждения, произрастающие в дендрарии СибГУ им. М.Ф. Решетнева, который расположен в 15 километрах от города.

Исследования проводились в 2019–2021 гг. Для исследования выбирались 10 модельных деревьев примерно одного возраста и габитуса, с которых срезали по 12 листьев с каждой стороны света из нижней части кроны. В сумме на каждой пробной площади было собрано по 120 листьев.

Анализ полученных данных показал отличия в строении устьичного аппарата листьев яблони сибирской в зависимости от экологических условий района произрастания (рис. 1, 2).



**Рисунок 1 – Плотность расположения устьиц на эпидермисе листьев яблони сибирской в парках и скверах г. Красноярска, в % от контроля**

Исследования показали, что в условиях контроля плотность расположения устьиц у яблони сибирской составила  $142,6 \pm 6,5$  шт. на  $1 \text{ мм}^2$ . В городской среде происходит увеличение количества устьиц на листовой поверхности и характер проявления этой тенденции зависит от условий произрастания.

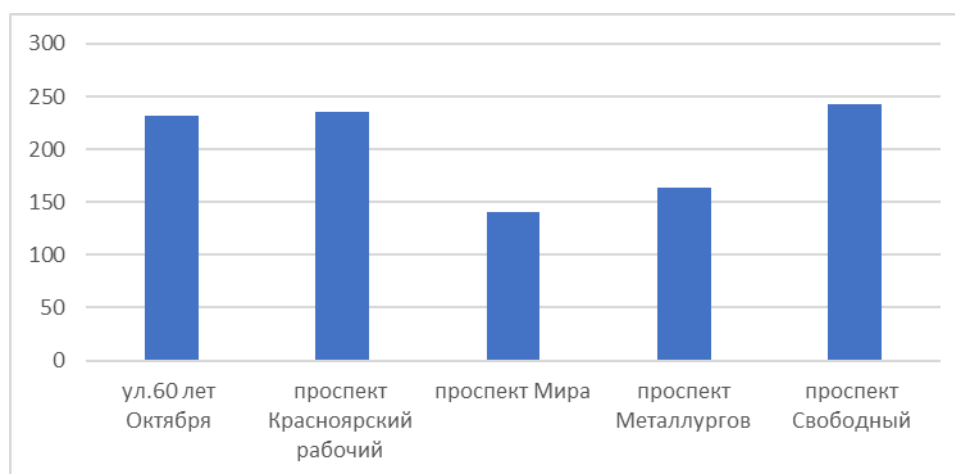
В парковых посадках (средняя степень загрязнения) количество устьиц на  $1 \text{ мм}^2$  возрастало на 65–121% относительно контроля.



Анализируя данные по районам произрастания обнаружено, что больше всего было устьиц на 1 мм<sup>2</sup> поверхности листа в Центральном (ЦПКиО им. М. Горького), Октябрьском (парк Троя) и Железнодорожном (парк им. Гагарина) районах города Красноярска (рис.1).

Условия произрастания вида в этих парках отличаются близостью расположения к крупным магистралям с высоким уровнем автотранспортного потока, что оказывает не благоприятное воздействие на флору парков. При повышении степени техногенного воздействия (магистральные посадки) происходит увеличение количества устьиц на листовой поверхности яблони сибирской на 41 – 143%.

Анализ данных по районам произрастания показал, что больше всего увеличивалась плотность устьиц в Свердловском (ул. 60 лет Октября), Кировском (проспект Красноярский рабочий) и Октябрьском (проспект Свободный) районах города Красноярска (рис. 2).



**Рисунок 2 – Количество устьиц на эпидермисе листьев яблони сибирской в магистральных посадках, выраженное в % от контроля**

Условия этих проспектов характеризуются высоким автомобильным трафиком, к которому присоединяется влияние выбросов или с промышленных предприятий или с ТЭЦ. Как известно, длительное или постоянное воздействие техногенных загрязнителей на растительность вызывает серьезное изменение анатомического строения листьев растений.

Изучение изменчивости устьичного аппарата листьев яблони сибирской в насаждениях разной экологической категории показало, что с увеличением степени техногенного воздействия значительно возрастает количество устьиц на листовой поверхности.

Поскольку изменение удельной плотности устьиц является проявлением адаптационных механизмов на анатомическом уровне строения листа, то увеличение этого показателя с повышением уровня антропогенного воздействия свидетельствует о том, что яблоня сибир-

ская проявляет высокую чувствительность к степени загрязнения окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2020 году». Красноярск: Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края, КГБУ «ЦРМПиООС», 2021. 337 с.

2. Николаевский В. С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. Пушкино: Всерос. науч.-исслед. ин-т лесоводства и механизации лес. хоз-ва, 2002. 220 с.

3. Гетко Н. В. Растения в техногенной среде: структура и функция ассимиляционного аппарата. Акад. наук БССР, Центр. ботан. сад. Минск: Наука и техника, 1989. 205 с.

4. Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда. М.: Наука, 1974. 125 с.

5. Неверова О. А., Колмогорова Е.Ю. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты. Новосибирск: Наука, 2003. 222 с.

6. Сунцова Л.Н., Иншаков Е.М., Суслина М.А. Анатомические особенности строения листьев *syringa josikaea* и *tília cordata* в условиях г. Красноярска // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений; материалы XXIV Международной научной конференции. Красноярск: СибГУ, 2022. С. 100–102.

7. Суслина М.А., Сунцова Л.Н., Иншаков Е.М., Изучение устьичного комплекса березы повислой и черемухи Маака в условиях г. Красноярска // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск: СибГУ, 2019. С. 136–138.

8. Лисотова Е.В., Сунцова Л.Н., Иншаков Е.М. Особенности роста и развития годичных побегов яблони ягодной в условиях урбосреды // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений; материалы XXIV Международной научной конференции – Красноярск: СибГУ, 2021. С. 136–139.

**ИЗМЕНЕНИЕ СУХОЙ МАССЫ ОДНОЛЕТНИХ СЕЯНЦЕВ  
БЕРЁЗЫ ПОВИСЛОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЪЁМА  
ЯЧЕЕК В КАССЕТАХ**

Выбору критериев оценки качества посадочного материала сеянцев, в том числе берёзы повислой, посвящены ряд исследований [1, 2]. Так, эксперименты проведенные с однолетними сеянцами берёзы повислой с закрытой корневой системой (ЗКС), высаженными в условия естественного произрастания, показали, что на приживаемость и рост наибольшее влияние имеет изначальная сухая масса стволика. Отношение сухой массы побега к сухой массе корня менее 2,5 считается оптимальным для сеянцев с ЗКС. Соотношение более чем 2,5 говорит о недостаточно хорошо развитой корневой системе сеянцев, что может сказаться на приживаемости посадочного материала, особенно в условиях продолжительного засушливого периода [2]. Изучение ростовых процессов сеянцев берёзы повислой показало, что объём ячейки может быть лимитирующим фактором для развития корневой системы [1, 3]. Целью нашего исследования является установление степени влияния объёма ячеек на сухую массу однолетних сеянцев берёзы повислой с ЗКС.

Объектами исследования являлись однолетние сеянцы берёзы повислой, полученные из семян местного происхождения в лесном питомнике Друйского лесничества. Для получения сеянцев использовались кассеты для рассады «Plantek» 35F, «Plantek» 64F, «Plantek» 64FD, заполненные тщательно перемешанным субстратом на основе верхового торфа фракцией 0–15, кислотность 2,5–3,5 рН, с добавлением доломитовой муки ( $2 \text{ кг/м}^3$ ) и комплексного минерального удобрения для приготовления субстрата «PG mix» 12-14-24+2+14+micro ( $1 \text{ кг/м}^3$ ). Для создания оптимальных условий прорастания семян и произрастания сеянцев все кассеты были размещены в теплице. Уход за сеянцами включал в себя: подкормки 0,5–1% раствором комплексного удобрения «Kristalon» различных видов раз в 15 дней, после 10 августа сеянцы с ЗКС содержались в условиях открытого грунта для дальнейшего доращивания и закаливания (таблица 1).

После прекращения вегетации производилось измерение массы сеянцев в абсолютно сухом состоянии (сеянцы высушивались в сушильном шкафу с температурой  $+70 \text{ }^\circ\text{C}$  до прекращения изменения веса сеянцев) с точностью до 0,02 г.

**Таблица 1 – Направления экспериментальной работы**

Вариант опыта	Модель кассет	Объём ячейки, см <sup>3</sup>	Высев семян
1) фрезерный торф, мука доломитовая (2 кг/м <sup>3</sup> ), «PG mix» 12-14-24+2+micro (1 кг/м <sup>3</sup> )	«Plantek» 35F	275	29.04.2023 г.
2) фрезерный торф, мука доломитовая (2 кг/м <sup>3</sup> ), «PG mix» 12-14-24+2+micro (1 кг/м <sup>3</sup> )	«Plantek» 64FD	128	
3) фрезерный торф, мука доломитовая (2 кг/м <sup>3</sup> ), «PG mix» 12-14-24+2+micro (1 кг/м <sup>3</sup> )	«Plantek» 64F	115	

Обработка полученных данных проводилась в программе STATISTICA 10. Для каждого параметра вычислялись: предельные значения (min; max), среднее арифметическое (X), стандартное квадратическое отклонение (σ), ошибка среднего (±m), коэффициент вариации (V). Варьирование признака считалось слабым при коэффициенте вариации 0–10%, при 10–20% – средним, 21 и более – высоким [4].

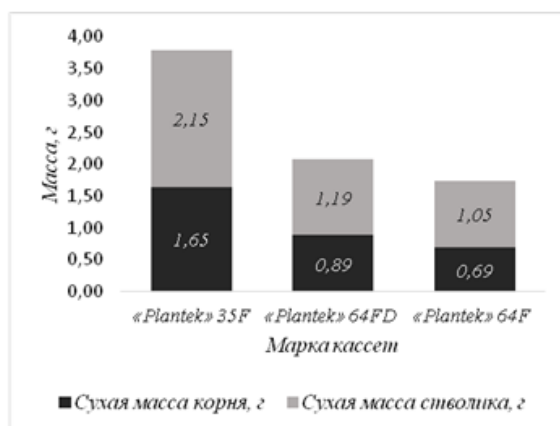
**Таблица 2 – Сухая масса однолетних сеянцев берёзы повислой, выращенных в кассетах с разным объёмом ячейки**

Вариант опыта	Средние значение сухой массы сеянцев											Соотношение сухой массы «стволик:корень»
	Всего, г X±m	min	max	σ	V, %	Стволик, г X±m	σ	V, %	Корень, г X±m	σ	V, %	
1	3,79±0,28	2,2	5,4	1,0	27,3	2,15±0,17	0,6	29,6	1,65±0,13	0,5	27,3	1,30
2	2,07±0,14	1,1	3,1	0,6	28,0	1,19±0,07	0,3	25,5	0,89±0,08	0,3	36,3	1,33
3	1,74±0,16	0,8	2,9	0,7	37,8	1,05±0,11	0,4	40,5	0,69±0,11	0,3	39,5	1,52

Из приведенных в таблице 2 данных видно, что увеличение объёма ячеек при одинаковых условиях произрастания приводит к увеличению биометрических показателей однолетних сеянцев берёзы повислой. Наибольшей средней сухой массой обладали сеянцы, полученные в варианте опыта 1 при выращивании в кассете с объёмом ячейки 275 см<sup>3</sup>.

Средняя сухая масса таких сеянцев составила 3,79 г, что больше сеянцев полученных в варианте опыта 2 с объёмом ячейки 128 см<sup>3</sup> и варианте опыта 3 с объёмом ячейки 115 см<sup>3</sup> на 45,4% и 54,1% соответственно. Варьирование признаков происходило на высоком уровне для всех вариантов опыта (V=25,5%–40,5%), что говорит о неоднородном росте сеянцев.

Соотношение сухой массы «стволок:корень» находилось в диапазоне 1,30–1,52. Во всех вариантах этот показатель ниже 2,5, что является оптимальным. В варианте опыта 3 наблюдалось более значительное преобладание массы стволика, над массой корневой системы, чем в других вариантах опыта (рис.1).



**Рисунок 1 – Соотношение сухой массы «стволок:корень»**

Результаты исследования показали, что больший объём ячеек в кассетах для выращивания сеянцев положительно влияет на количество накопленного сухого вещества в закончивших вегетацию однолетних сеянцах берёзы повислой, но влияние на соотношение сухой массы «стволок:корень» незначительное. Полученные данные согласуются с выводами о лимитирующем влиянии на рост сеянцев берёзы повислой объёма ячеек у кассет [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Aphalo, P. Field performance of silver-birch planting-stock grown at different spacing and in containers of different volume /P. Aphalo, R. Rikala // *New Forests* – 2003. Vol. 25. – P. 93–108.
2. Landis, D. T., *The Container Tree Nursery Manual: Seedling processing, storage, and outplant-ing* / T. D. Landis, R. K. Dumroese, D. L. Haase. – Vol. 7. – Washington, DC, 2010. – 199 p.
3. Носников, В.В. Выращивание сеянцев с закрытой корневой системой на субстратах с внесением разных доз удобрений и муки доломитовой / В.В. Носников, А.А. Домасевич, И.В. Соколовский, А.В. Романчук // *Проблемы лесоведения и лесоводства : сборник научных трудов. / Институт леса НАН Беларуси ; редкол : А.И. Ковалевич (отв. редактор) [и др.]. – Гомель, 2019. – Вып. 79. – С. 62–67.*
4. Зайцев, Г.Н. Методика биометрических расчётов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. – М. : Наука, 1973. – 256 с.

## **РОЛЬ ФИТОДИЗАЙНА В ФОРМИРОВАНИИ ЭСТЕТИЧЕСКИХ ВЗГЛЯДОВ УЧАЩИХСЯ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ВЫБОРЕ АБИТУРИЕНТОВ**

Фитодизайн как искусство создания и организации живой растительности в пространстве, с целью создания эстетически привлекательной и функциональной среды имеет огромное значение в формировании эстетического развития личности. Это направление объединяет в себе принципы ландшафтного дизайна, дизайна интерьера и искусства, с целью создания уникальных и гармоничных зеленых композиций.

Фитодизайн может применяться в качестве декорирования различных объектов – от частных садов, зданий и офисных пространств до общественных парков и территорий. Он позволяет преобразить и улучшить внешний вид любого места, создавая при этом комфортное и приятное окружение для людей. При проектировании учитываются многие, на первый взгляд даже не очевидные факторы, такие как климат, условия освещения, тип почвы и общий стиль окружающего пространства и цели его применения. Дизайнеры используют широкий спектр растений с разными формами, текстурами и цветами, чтобы создать интересные и динамичные композиции. Они также учитывают потребности растений в уходе и обеспечивают правильное размещение в пространстве и подбор ассортимента растений в соответствии с их функциональной ролью и потребностями.

Основная цель фитодизайна – создать гармоничную связь между людьми и природой. Исследования показывают, что наличие растений в окружающей среде положительно влияет на физическое и психологическое благополучие людей. Они помогают снизить стресс, повысить продуктивность и создать ощущение комфорта и истинной гармонии. Фитодизайн находит свое применение не только для создания привлекательной среды, но и для решения конкретных функциональных задач. Например, растения могут быть использованы для зонирования пространства, создания приватности, шумоизоляции или очистки воздуха. В целом, фитодизайн является важной частью современной эстетики и тренда к более устойчивому и экологически осознанному дизайну. Он не только преобразует окружающую среду, но и вносит позитивные изменения в жизнь людей, делая их более счастливыми и соединенными с природой.

Многие исследования показывают, что окружение имеет значительное влияние на наше эмоциональное состояние и наше эстетическое восприятие. Растения являются одним из ключевых элементов для создания приятной атмосферы, способной вдохновить людей и создать у них положительные эмоции. Фитодизайн помогает создать привлекательное окружение, которое способствует эстетическому развитию учащихся. Динамичные подходы к декорированию интерьеров помогают развивать у учащихся навыки наблюдения, творческого мышления и экологического сознания. Изучение растений, их форм, текстур и цветовой гаммы способствует развитию визуального восприятия и художественных способностей, развитию их эстетического чувства и помогает сформировать понимание о том, что красота и гармония важны в нашей жизни. Это стимулирует их воображение и способность мыслить нестандартно. Они учатся видеть потенциал в обычных растениях и превращать их в элементы декора и искусства. Учащиеся могут осознать важность растений и их роли в сохранении окружающей среды.

Фитодизайн также может оказывать существенное влияние на профессиональный выбор абитуриентов. Когда молодые люди видят, как растения и природа могут быть вписаны в архитектурные и дизайнерские проекты, это может вдохновить их на выбор профессии в сфере фитодизайна, ландшафтного искусства или смежных областей. Они могут видеть, что работа с растениями может стать источником творчества и значимым вкладом в создание красивой и комфортной среды. Создание небольших композиций из различных растительных материалов является хорошей тематикой для вовлечения абитуриентов во время дней открытых дверей, при проведении мастер-классов и профессиональных демонстраций. Наш опыт преподавания фитодизайна показывает большой положительный отклик и интерес к процессу творчества у большинства студентов и школьников.

В целом, фитодизайн выполняет значимую роль в формировании эстетических взглядов учащихся и может стать стимулом для профессионального выбора абитуриентов. Он вдохновляет на творчество, помогает развивать навыки и способности, связанные с растительным миром, и способствует формированию эстетического вкуса и осознанности в отношении окружающей среды.

Эта дисциплина помогает развивать эстетическое восприятие, творческое мышление и экологическую осознанность. Фитодизайн не только украшает пространство, но и помогает учащимся лучше понять окружающий мир и найти свое место в нем.

И.В. Толкач, зав. кафедрой, канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск);

А.В. Таркан, генеральный директор  
(РУП «Белгослес», г. Минск)

## **ВЛИЯНИЕ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НА ДИНАМИКУ СРЕДНЕГО ДИАМЕТРА В ЧИСТЫХ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ БЕЛАРУСИ**

Все таксационные показатели насаждения в той или иной степени взаимосвязаны между собой, факторами окружающей среды и знание взаимосвязей таксационных показателей дает основу для разработки методов таксации насаждений, построения математических моделей прогноза роста и структуры насаждений.

Особое значение имеют таблицы возрастной динамики и регрессионные модели взаимосвязей таксационных показателей модальных древостоев, характеризующих наиболее распространенные в исследуемом регионе насаждения. Такие таблицы и модели отражают фактическое состояние лесного фонда, включая все факторы, воздействующие на насаждение в процессе его роста и развития, в том числе хозяйственную деятельность, и способствуют выявлению степени воздействия того или иного фактора.

Таблицы динамики таксационных показателей модальных древостоев широко используются при составлении региональных нормативов для таксации леса, прогнозировании продуктивности лесов, моделировании режимов ведения лесного хозяйства, проектировании лесохозяйственных мероприятий и оценке их эффективности, выборочной инвентаризации лесов.

Однако следует отметить и некоторые ограничения в применении таблиц и моделей модальных древостоев, так как они отражают сложившееся текущее состояние древостоев и лесного фонда в целом, и не могут являться эталоном, к которому нужно стремиться при хозяйственной деятельности.

Для изучения влияния таксационных показателей древостоев на средний диаметр использовались методы математической статистики, корреляционного и регрессионного анализа. Многие взаимосвязи уже изучены и нашли свое отражение в работах разных ученых. За длительный период изучения ими данного вопроса для использования предложены уравнения, отражающих взаимосвязи между средним диаметром и высотой, возрастом, суммой площадей сечений, приростом, запасом древостоя и другими таксационными показателями, в том числе уравнения множественной линейной регрессии.



Исходные данные представлены по выделной и картографической базами данных лесоустройства лесного фонда Республики Беларусь. В качестве объектов исследования были отобраны чистые сосновые древостои (10С) с единичной примесью в составе других пород. Всего отобрано 604424 выдела, общей площадью 1578,0 тысяч гектар. Это насаждения в возрасте от 11 до 205 лет, с полнотой от 0,3 до 1,2, Іб-Vб классов бонитета. Преобладающий тип леса сосняк мшистый, тип лесорастительных условий А2.

Все материалы обрабатывались в одной выборочной совокупности без группировки. В ходе исследования апробированы различные функции связи среднего диаметра с другими таксационными показателями. Лучшие результаты показала множественная линейная регрессия среднего диаметра ( $D$ ) с возрастом ( $A$ ), средней высотой ( $H$ ) и полнотой ( $\Pi$ ).

$$D = 4,56115 + 1,01051 * H - 5,34915 * \Pi + 0,000380523 * A^2;$$
$$R^2 = 89,26; Sy = 1,68.$$

Анализируя данное уравнение можно отметить, что поскольку коэффициент при показателе полноты имеет отрицательный знак, будет наблюдаться обратная зависимость диаметра от данного показателя, т.е. при равенстве других показателей при снижении полноты средний диаметр будет увеличиваться.

Одним из наиболее вероятных объяснений этой закономерности является хозяйственное воздействие на древостой, а точнее проводимые, как правило, низовым способом рубки ухода, после которых в результате вырубki отстающих в росте угнетенных деревьев полнота снижается, а средние диаметр и высота древостоя увеличиваются.

Вторым фактором, который объясняет данную закономерность является естественная конкуренция деревьев в высокополнотных древостоях. Увеличение средней высоты и возраста приводит к увеличению среднего диаметра. Все это известные факты, которые неоднократно отражались в работах других исследователей.

На основе полученного уравнения была построена таблица, характеризующая динамику среднего диаметра и прироста по сумме площадей сечений древостоев в разном возрасте. Значения рассчитаны с допущением, что в процессе роста после снижения полноты отпада происходить не будет или он будет незначительным.

Для выбора исходных значений возраста, средней высоты и суммы площадей сечений использовались таблицы хода роста нормальных сосновых древостоев, разработанные РДЛУП «Гомельлеспроект» (2014 г.).

**Таблица – Таксационные показатели древостоев на стационарах**

Полнота	Растущие				Выбираемые при РУ				K, лет	Потери, %
	$D_{cp}$ , см	$G$ , м <sup>2</sup>	$N$ , шт.	$Z_g$ , м <sup>2</sup>	$D_{cp}$ , см.	$G$ , м <sup>2</sup>	$N$ , шт.	$Z_g$ , м <sup>2</sup>		
А- 20 лет										
1,0	9,1	23,7	3674	2,3	-	-	-	-	-	-
0,9	9,6	21,3	2948	2,1	6,4	2,4	726	0,2	1	10,2
0,8	10,1	19	2351	1,8	6,8	4,7	1323	0,5	3	20,4
0,7	10,7	16,6	1856	1,6	7,1	7,1	1818	0,7	4	30,6
0,6	11,2	14,2	1443	1,4	7,4	9,5	2231	0,9	7	40,8
А- 30 лет										
1,0	12,9	28,0	2146	1,8	-	-	-	-	-	-
0,9	13,4	25,2	1780	1,7	9,9	2,8	365	0,2	2	8,5
0,8	14,0	22,4	1464	1,5	10,2	5,6	682	0,4	4	17,1
0,7	14,5	19,6	1188	1,3	10,6	8,4	958	0,6	7	25,6
0,6	15,0	16,8	947	1,1	10,9	11,2	1199	0,7	10	34,2
А- 50 лет										
1,0	19,0	35,5	1258	1,4	-	-	-	-	-	-
0,9	19,5	32,0	1071	1,3	15,5	3,6	187	0,1	3	7,4
0,8	20,0	28,4	902	1,1	15,9	7,1	356	0,3	6	14,8
0,7	20,6	24,9	749	1,0	16,3	10,7	510	0,4	11	22,2
0,6	21,1	21,3	610	0,8	16,7	14,2	649	0,6	17	29,7
А- 60 лет										
1,0	22,1	36,6	954	1,2	-	-	-	-	-	-
0,9	22,6	32,9	819	1,1	18,5	3,7	136	0,1	3	6,6
0,8	23,2	29,3	694	1,0	18,9	7,3	260	0,2	8	13,1
0,7	23,7	25,6	581	0,8	19,3	11,0	374	0,4	13	19,7
0,6	24,2	22,0	476	0,7	19,7	14,6	478	0,5	20	26,3

Значения таксационных показателей рассчитывались отдельно для растущей и выбираемой частей древостоя.

Анализ таблицы показывает, что при проведении рубок и снижении полноты до 0,7 потери прироста по сумме площадей сечений будут уменьшаться и составлять от 30,6% в возрасте 20 лет до 19,7% в возрасте 60 лет.

При этом период (K), за который произойдет восстановление суммы площадей сечений с полноты 0,7 до полноты 1,0 увеличивается. Так при проведении рубки в возрасте 20 лет он составляет 4 года, а в возрасте 60 лет – 13 лет.

УДК 631\*438; 630\*91

Н.В. Толкачева, ст. науч. сотр., доц., канд. с.-х. наук;  
А.М. Потапенко, зав. лабораторией, доц., канд. с.-х. наук;  
И.А. Машков, ст. науч. сотр., доц., канд. с.-х. наук;  
В.А. Серенкова, мл. науч. сотр.;  
Н.В. Москаленко, науч. сотр.  
(ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель)

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ЗЕМЕЛЬ, ВЫВЕДЕННЫХ ИЗ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ, ЛОЕВСКОГО И ЖЛОБИНСКОГО РАЙОНОВ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

Радиоактивному загрязнению цезием-137 в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС подверглось более 1,8 млн. га сельскохозяйственных земель Республики Беларусь, из них более 260 тыс. га (около 15%) с 1986 года были выведены из хозяйственного оборота. За период 1992–2020 гг. площадь сельскохозяйственных земель, загрязненных цезием-137, сократилась на 589,9 тыс. га, в хозяйственное пользование с 1993 года возвращено более 19 тыс. га земель, выведенных из оборота после катастрофы на ЧАЭС [1].

Площадь земель, загрязненных радионуклидами, выбывших из сельскохозяйственного оборота – радиационно опасные земли, в Гомельской и в Могилевской областях по данным Реестра земельных ресурсов Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2023 г. составляет 248,8 тыс. га, из них на балансе сельскохозяйственных организаций и райисполкомов (земли запаса) – 38,1 тыс. га (15,3% от общей их площади), государственных лесохозяйственных учреждений – 110,0 тыс. га (44,2%). По Гомельской области площадь радиационно опасных земель составляет 201,6 тыс. га (81,0%) [2].

Инвентаризация радиационно опасных земель, выбывших из сельскохозяйственного пользования, была проведена в Лоевском и Жлобинском районах Гомельской области. По данным землеустроительной службы Лоевского райисполкома по состоянию на 01.01.2023 год общая площадь выведенных из оборота земель после катастрофы на ЧАЭС составляет 1010,2 га, из них относится к сельскохозяйственным предприятиям 699,0 га (69,1%). Наибольшая площадь сельскохозяйственных земель, выведенных из оборота в Лоевском районе, имеется в ОАО «Урожайный» (464,7,5 га (66,5%)) и КСУП «Бывальки» (180,6 га (25,8%)).

Радиологические исследования на выведенных из сельскохозяйственного пользования радиационно опасных землях в Лоевском рай-

оне показали, что средние значения мощности дозы гамма-излучения варьируют от 0,03 до 0,13 мкЗв/ч и, в среднем по району, составляют 0,05 мкЗв/ч. Средняя плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  на обследованных участках Лоевского района составляет 0,01-0,33 Ки/км<sup>2</sup>,  $^{90}\text{Sr}$  – 0,18-0,43 Ки/км<sup>2</sup>, т.е. все обследуемые радиационно опасные земли имеют значение плотности загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  до 5 Ки/км<sup>2</sup> и  $^{90}\text{Sr}$  – до 0,5 Ки/км<sup>2</sup>.

Установлено, что практически все радиационно опасные земли в Лоевском районе расположены в пойме реки Днепр. Пойменные луга, заросшие древесно-кустарниковой растительностью, составляют 98,5% от общей площади исследуемых земель (718,8 га), внепойменные (суходольные) – 10,3 га (1,4%), болота – 0,1%.

Среднее значение закустаренности и зарастания древесной растительностью (залесенность) на радиационно опасных землях Лоевского района составляет 27,3%. Площадь исследуемых земель, на которых произрастают насаждения с преобладанием главных древесных пород составляет 710,9 га (97,3% от общей их площади), из них с единичными деревьями главных древесных пород – 424,1 га (58,1%).

В составе древесной растительности преобладающими древесными породами являются ива древовидная и дуб черешчатый. По санитарному состоянию древостои характеризуются преобладанием здоровых (96,4%) деревьев, ослабленные составляют 0,7%. По продуктивности преобладают низкопродуктивные (V класс бонитета) единичные деревья (92,3% от общей площади земель, занятых древесно-кустарниковой растительностью).

По данным Гомельского облисполкома по состоянию на 01.01.2023 год общая площадь выведенных из оборота после катастрофы на ЧАЭС земель в Жлобинском районе составляет 10564,0 га, из них относится к сельскохозяйственным предприятиям 7001,3 га (66,2%). Наибольшая площадь сельскохозяйственных земель, выведенных из оборота в Жлобинском районе (3453,8 га), имеется в ОАО «Проскурнянский» и ОАО «Лукское».

На радиационно опасных землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования в Жлобинском районе, мощность дозы гамма-излучения составляет 0,03-0,24 мкЗв/ч, в среднем по району – 0,08 мкЗв/ч. Распределение радиационно опасных земель по мощности дозы гамма-излучения показало, что 99,7% исследуемой площади земель имеют значения до 0,2 мкЗв/ч, 0,3% – значения в диапазоне 0,2-0,6 мкЗв/ч. Средняя плотность загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  на обследованных участках составляет 0,09-3,07 Ки/км<sup>2</sup>,  $^{90}\text{Sr}$  – 0,06-1,26 Ки/км<sup>2</sup>, т.е. все

обследуемые земли имеют значение плотности загрязнения почвы  $^{137}\text{Cs}$  до 5 Ки/км<sup>2</sup> и  $^{90}\text{Sr}$  – до 0,5 Ки/км<sup>2</sup> и от 0,51 до 1,99 Ки/км<sup>2</sup>.

Инвентаризация радиационно опасных земель в Жлобинском районе показала, что пойменными лугами занято 8340,4 га (97,1%), внепойменными (суходольными) – 246,0 га (2,9%) земель. Пойменные луга расположены вблизи р. Днепр, р. Березина, р. Охра, р. Добысна.

Площадь исследуемых радиационно опасных земель, на которых произрастает древесная растительность, составляет 5131,2 га, или 60,6% (из них на площади 3674,4 га – с преобладанием деревьев главных пород), кустарниковая растительность – 3339,2 га, или 39,4%. Преобладающими древесными породами являются ива древовидная и береза повислая, часто встречаются дикорастущие плодовые деревья (груша, яблоня, слива – 32,9% от общей площади земель, покрытых древесной растительностью), незначительное доленое участие ольхи черной, осины, сосны и клена ясенелистного.

По санитарному состоянию древесная растительность на радиационно опасных землях в Жлобинском районе характеризуется преобладанием здоровых деревьев, произрастающих единично на площади 2291,9 га; по продуктивности – низкопродуктивных (V класс бонитета) деревьев сосны, дуба, березы, осины и ольхи черной.

По результатам инвентаризации подготовлены: материалы по закустаренности и залесенности обследованных участков земель, загрязненных радионуклидами, выведенных из сельскохозяйственного пользования и База данных радиационно опасных земель в Лоевском и Жлобинском районах, включая сведения об естественных насаждениях, произрастающих на загрязненных радионуклидами землях, выведенных из сельскохозяйственного пользования.

## ЛИТЕРАТУРА

1 35 лет после чернобыльской катастрофы: итоги и перспективы преодоления ее последствий: национальный доклад Республики Беларусь / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – 152 с.

2 Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Государственный комитет по имуществу Республики Беларусь. – Минск, 2024. – Режим доступа: [http://gki.gov.by/uploads/files/RZR\\_2023.doc](http://gki.gov.by/uploads/files/RZR_2023.doc). – Дата доступа: 22.01.2024.

Р.А. Третьякова, ст. преп., асп.;  
О.В. Паркина, доц., зав. кафедрой, канд. с.-х. наук;  
О.Е. Якубенко, доц., канд. с.-х. наук  
(НГАУ, г. Новосибирск, Российская Федерация)

## **ЛЕСОВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР С РАЗНЫМ ТИПОМ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ**

Усовершенствование технологии получения посадочного материала с разным типом корневой системы является перспективным аспектом в современном лесовосстановлении и направлено на создание высокопродуктивных насаждений целевого состава.

Снижение объема и качества воспроизводства лесов оказывает негативное воздействие на продукционный потенциал и устойчивость лесов [1].

В «Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года» акцентируется внимание на применении современных технологий, проведении агротехнических уходов, увеличении доли искусственного лесовосстановления [2].

Возникает необходимость в разработке способов и технологий по выращиванию посадочного материала с открытым (ПМОК) и закрытым типом корневой системы (ПМЗК), учитывая особенности почвенно-климатических условий региона.

Согласно современным требованиям [3] доля посадочного материала с закрытой корневой системой при лесовосстановлении должна составлять не менее 20 % с обеспечением высокой приживаемости и сохранности.

Лесоводственная оценка лесных культур базируется на определении уровня жизнеспособности и интенсивности роста, что можно определить по показателям высоты, годовому приросту и диаметру стволика у корневой шейки [2].

По мнению исследователей, [4, 5] лесные культуры, созданные посадочным материалом с закрытой корневой системой, адаптируются и растут быстрее, чем с открытой корневой системой. Основными преимуществами являются: отсутствие риска травмирования корневой системы при пересадке, значительное сокращение сроков выращивания посадочного материала, возможность посадки в течение всего периода вегетации, высокая приживаемость.

Технология выращивания качественного ПМЗК должна учитывать ряд особенностей: размер и высота ячейки кассеты, которая влияет на правильность формирования корневой системы, состав почвогрунта, своевременность подкормки удобрениями [6, 7, 8].

Решение проблем устойчивого развития лесного хозяйства предполагает обеспечение качественного воспроизводства лесных ресурсов как обязательного элемента лесопользования. Значительное место отводится искусственному созданию лесов (лесным культурам), что позволяет выращивать высокопродуктивные насаждения необходимого видового состава и целевого назначения и сократить период получения технически спелой древесины.

Главной лесообразующей породой в Западной Сибири является сосна обыкновенная.

В Ордынском лесничестве Новосибирской области проведены исследования особенностей роста лесных культур с открытым и закрытым типом корневой системы на лесных участках с разными лесорастительными условиями.

Лесные участки различаются по основным показателям древесно-травянистой растительности, что позволяет объективно оценить приживаемость сеянцев сосны обыкновенной.

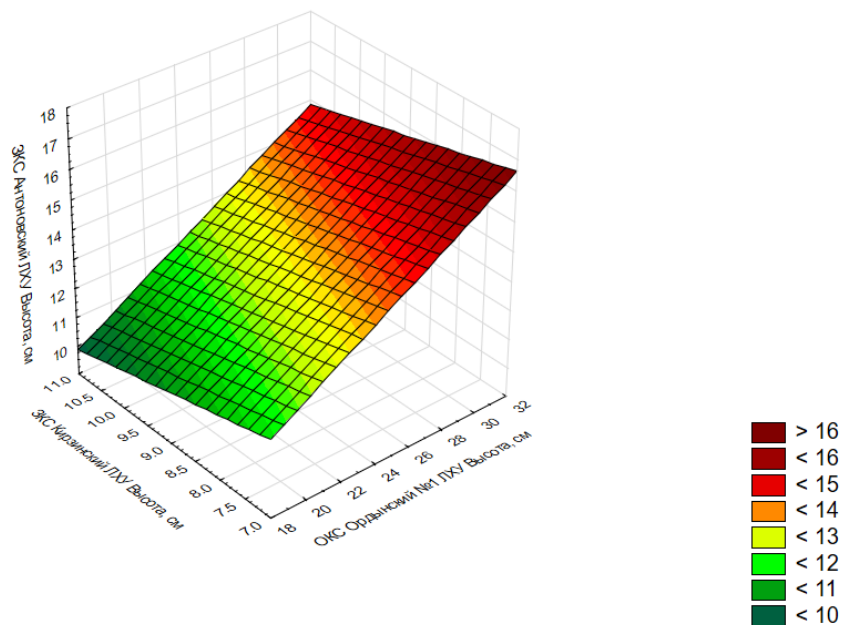
Лесной участок 1 расположен в Ордынском лесохозяйственном участке (ЛХУ), где запроектированы лесные культуры сосны обыкновенной с открытой корневой системой.

Для проектирования лесных культур с закрытой корневой системой подобраны участки с различным типом почвы: лесной участок 2 расположен в Кирзинском ЛХУ, лесной участок 3 расположен в Антоновском ЛХУ.

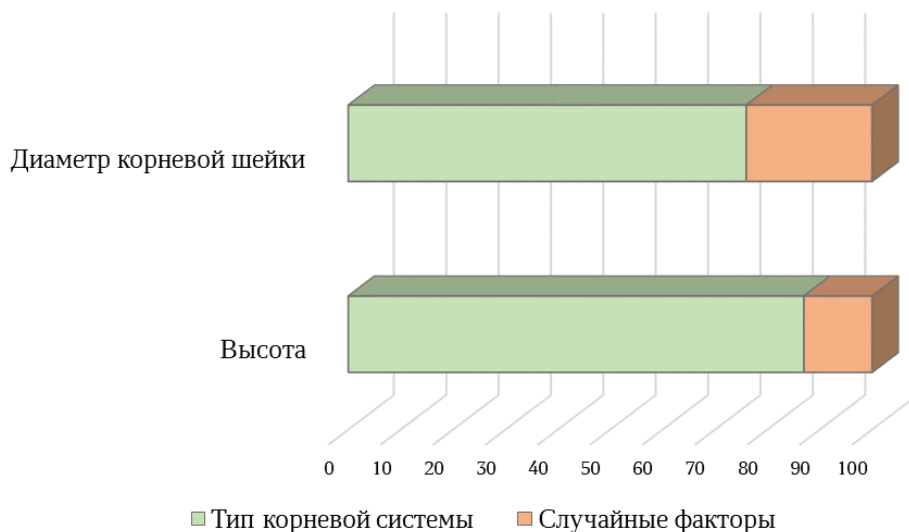
Следует отметить, что лесные культуры, созданные посадочным материалом с разным типом корневой системы, имеют одинаковую тенденцию прироста и соответствуют требованиям стандарта. При этом высота растений с открытой корневой системой имеет большие значения. В среднем показатели средних значений в два раза выше у растений с открытым типом – 25,8 см, с размахом значений от 19,6 см до 31,2, с закрытым типом в среднем высота составила 12,2, с размахом лимитов от 9,7 до 14,3 см.

Биометрические показатели посадочного материала влияют на формирование надземной и подземной части растений и дальнейший рост лесных культур (рис. 1).

Результаты дисперсионного анализа свидетельствуют о существенном вкладе фактора тип корневой системы на выраженность основных показателей: высота растения и диаметр корневой шейки растений (рис. 2).



**Рисунок 1 – Зависимость высоты растения**



**Рисунок 2 – Зависимость развития надземной части от типа корневой системы**

Целесообразно учитывать влияние фактора тип корневой системы при закладке лесных культур в различных лесорастительных условиях. Доля влияния типа корневой системы у посадочного материала на выраженность высоты растений и диаметра корневой шейки составила порядка 80%.

Актуальная проблема качественного лесовосстановления должна быть решена за счет интеграции производства и современных научных разработок по использованию новых методов и технологий



выращивания посадочного материала, в том числе с закрытой корневой системой и в условиях закрытого грунта с неоднократным оборотом получения семян.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 февраля 2021 года № 312-р «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года».

2. ОСТ 56-98-93. Сеянцы и саженцы основных древесных и кустарниковых пород. Технические условия: утвержден и введен в действие Приказом Рослесхоза от 10.12.1993 № 327 : введен взамен ГОСТ 3317-90, ГОСТ 24835-81, ГОСТ 17266-71.

3. Приказ об утверждении Правил лесоразведения, формы, состава, порядка согласования проекта лесоразведения, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесоразведения: утверждены Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 20.12.2021.

4. Родин С. А., Родин А. Р. Повышение результативности выращивания лесных культур посадочным материалом с закрытой корневой системой // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2010. № 5. С. 7–10.

5. Жигунов А. В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой для лесовосстановления: автореферат на соискание ученой степени д.с.х. наук. Санкт-Петербург, 1998. – 46 с.

6. Якубенко А. А., Паркина О. В. Изменчивость биометрических показателей саженцев ели сибирской в условиях УПХ Сад Мичуринцев // Актуальные проблемы агропромышленного комплекса, 2020. Выпуск 5. С. 182–184.

7. Третьякова Р. А., Паркина О. В., Матвейчук О. С. Оценка посадочного материала сосны кедровой сибирской при разных условиях выращивания в УПХ «Сад Мичуринцев» // Вклад молодых ученых в аграрную науку: сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2022. С. 93–97.

8. Kormanik P. P. Lateral root development may define nursery seedling quality Text/ P. P. Kormanik, J. L. Ruehle // Proc. Fourth Biennial Southern Silvicultural Research Conference: Atlanta, Ga. 4-6 November 1986 USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. SE-42. – 1987. – P. 225–229.

В.В. Усеня, акад., д-р с.-х. наук,  
проф., зам. дир. по научной работе;

Г.М. Помаз, науч. сотр.;

Н.Л. Севницкая, зав. лабораторией, канд. биол. наук,  
(Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель)

## **ДИНАМИКА ВИДОВОГО СОСТАВА КСИЛОФАГОВ В ОЧАГАХ УСЫХАНИЯ СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ЮГО-ВОСТОКЕ БЕЛАРУСИ**

В лесном фонде Республики Беларусь сосна обыкновенная является основной лесообразующей породой. На протяжении последних десятилетий на территории страны наблюдается снижение долевого участия сосновых насаждений в структуре лесных формаций с 58,1% в 1956 г. до 48,6% в 2022 г. [1], что обусловлено рядом негативных биотических, абиотических и антропогенных факторов. Уменьшение в 2016-2022 гг. долевого участия сосновых насаждений в лесопокрытой площади вызвано их усыханием вследствие снижения биологической устойчивости и возникновения очагов вредных организмов, в том числе массового размножения стволовых вредителей.

Снижение биологической устойчивости сосновых лесов и их массовое усыхание отмечено как в лесном фонде Беларуси, так и на территории ряда других государств [2]. Причиной снижения биологической устойчивости сосновых насаждений является комплекс стрессовых абиотических, биотических и антропогенных факторов, основными из которых являются повышение температуры воздуха и снижение уровня грунтовых вод в вегетационный период. В биологически ослабленных сосновых насаждениях создаются благоприятные условия для массового размножения стволовых вредителей.

Одним из факторов ослабления сосновых насаждений является поражение их корневыми гнилями, в частности корневой губкой (*Heterobasidion annosum* (Fr.)). В данных насаждениях создаются оптимальные условия для размножения ксилофагов, таких как большой (*Tomicus piniperda* L.) и малый (*Tomicus minor* Hart.) сосновые лубоеды, синяя сосновая златка (*Phaenops cyanea* (Fabricius, 1775)) .черный сосновый усач (*Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795) и ряд других видов стволовых вредителей [3].

Большой и малый сосновые лубоеды на территории Беларуси являлись одними из наиболее распространенных и опасных видов стволовых вредителей, мониторинг которых проводится на всей территории лесного фонда страны и результаты которого представлены ГУ «Беллесозащита» в ежегодных «Обзорах распространения вреди-

телей и болезней в лесах Республики Беларусь». Так, за период с 2005 по 2010 гг. зафиксированы единичные случаи возникновения незначительных по площади очагов стволовых вредителей (большого и малого сосновых лубоедов), которые ликвидированы в порядке проведения санитарно-оздоровительных мероприятий. При этом отмечается, что их локальные очаги всегда имеются в очагах поражения сосновых насаждений корневой губкой [4, 5].

На территории страны в 2010 г. вследствие воздействия комплекса негативных факторов отмечено снижение энтомоустойчивости сосновых насаждений. Так, в 2010 г. в лесном фонде Гомельского опытного лесхоза впервые выявлены очаги вершинного короеда (*Ips acuminatus* Gyll.) [6], а в 2011 г. отмечается возникновение очагов хвоегрызущих вредителей на площади более 61 тыс. га, преимущественно в южной части страны [7].

Появление значительного объема поврежденной древесины и площади ослабленных насаждений в результате воздействия неблагоприятных климатических факторов привело к формированию очагов стволовых вредителей в сосновых насаждениях в 2012 г. на юго-востоке страны площади 342,8 га. Очаги большого соснового лубоеда выявлены практически во всех лесхозах Гомельского ГПЛХО на площади 340,9 га, а в Телеханском и Гродненском лесхозах отмечено появление очагов вершинного короеда на площади 1,6га и 0,3га соответственно [8].

В дальнейшем отмечено ежегодное увеличение площади очагов стволовых вредителей, главным образом вершинного короеда, большого и малого сосновых лубоедов, шестизубчатого короеда (*Ips sexdentatus* (Vörner, 1776)). Согласно базы данных, *BAWBILT I. acuminatus* L. является одним из наиболее агрессивных видов в Европе [9].

В течение 2016-2022 гг. на территории Беларуси площадь сплошных санитарных рубок усыхающих сосновых насаждений составила 115 тыс. га.

Нами в 2018-2023 гг. изучена динамика видового состава стволовых вредителей в очагах усыхающих сосновых насаждений в лесном фонде ГСЛХУ «Наровлянский спецлесхоз», ГСЛХУ «Ветковский спецлесхоз», ГСЛХУ «Чечерский спецлесхоз», ГОЛХУ «Гомельский опытный лесхоз», ГОЛХУ «Речицкий опытный лесхоз», ГЛХУ «Кореневская экспериментальная лесная база Института леса НАН Беларуси» на основе энтомологического анализа модельных деревьев сосны.

Наиболее достоверно динамика видового состава стволовых вредителей в сосновых насаждениях прослеживается в зоне радиоактивного загрязнения, где хозяйственная деятельность ограничена.

В 2018г. в очагах усыхания сосновых насаждений в зоне радиоактивного загрязнения в ГСЛХУ «Наровлянский спецлесхоз» и ГСЛХУ «Ветковский спецлесхоз» установлен комплекс ксилофагов: малый сосновый лубоед, шестизубчатый короед, сосновая смолевка (*Pissodes pini* (Linnaeus, 1758)), усачи и др. с доминированием в видовом составе вершинного короеда (до 90%).

При обследовании очагов ксилофагов в сосновых насаждениях в лесном фонде ГСЛХУ «Наровлянский спецлесхоз» и ГСЛХУ «Ветковский спецлесхоз» в 2021 г. отмечается трансформация видового состава стволовых вредителей с формированием комплексных очагов с доминированием большого и малого сосновых лубоедов, с участием вершинного и шестизубчатого короедов, синей сосновой златки, а также усачей.

Видовой состав усачей представлен рагием ребристым (*Rhagium inquisitor* (Linnaeus, 1758)), черным сосновым усачом, усачом комлевым бурым (*Arhopalus rusticus*), спондилем короткоусым (*Spondylis buprestoides*), серым длинноусым усачом (*Acanthocinus aedilis* (Linnaeus, 1758)) и др. В ходах стволовых вредителей также отмечены энтомофаги, среди которых наиболее часто встречались виды рода чернотелок *Corticеus* spp., муравьежук (*Tanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758)) и др.

Аналогичная закономерность по динамике видового состава стволовых вредителей отмечена и в других очагах усыхания сосновых насаждений на территории юго-востока Беларуси.

Своевременное выявление очагов усыхающих сосновых насаждений при проведении лесопатологического мониторинга и оперативное проведение в них необходимых санитарно-оздоровительных мероприятий привело к снижению площади их усыхания в 2022 г. до 2,7 тыс. га (0,1% от площади всех сосняков республики) [10].

Для оперативного мониторинга очагов стволовых вредителей в сосновых насаждениях необходимо проведение лесопатологического мониторинга, важнейшей составной частью которого является феромонный надзор.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рожков Л. Н., Ерошкина И. Ф., Шатравко В. Г. Динамика формирования сосновых лесов (*Pineta silvestriae*) Республики Беларусь // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов. 2022. № 2 (258). С. 37–48.

2. Faccoli, M. Effectiveness of different trapping protocols for outbreak management of the engraver pine beetle *Ips acuminatus* (Curculionidae, Scolytinae) / M. Faccoli, F. Colombari, V. Finozzi // *Int. J. Pest Management*. 2012. Vol. 58, N 3. P. 267–273. <https://doi.org/10.1080/09670874.2011.642824>
3. Машнина Т.И. Стволовые вредители сосны в лесах Белорусской ССР и пути ограничения их численности : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1963. 19с.
4. Обзор распространения вредителей и болезней в лесах Республики Беларусь в 2005 году и прогноз их развития на 2006 г. Минск, 2006. 131с.
5. Обзор распространения вредителей и болезней в лесах Республики Беларусь в 2008 году и прогноз их развития на 2009 год. Минск, 2008. 58 с.
6. Звягинцев В.Б., Сазонов А.А. Короедное усыхание сосны (*Pinus sylvestris* L.) в лесах Беларуси // VIII Чтения памяти О. А. Катаева. Вредители и болезни древесных растений России / Материалы междунар. конфер., Санкт- Петербург, 18–20 ноября 2014 г. / под ред. Д.Л. Мусолина и А. В. Селиховкина. СПб.: СПбГЛТУ, 2014. С. 34.
7. Лесопатологическое и санитарное состояние лесов Республики Беларусь в 2011 году и прогноз развития патологических процессов на 2012 год. Минск : ГУ «Беллесозащита», 2012. 39 с.
8. Лесопатологическая ситуация в лесном фонде Беларуси // Лесное и охотничье хозяйство. 2013. № 4. С. 16–34.
9. Grégoire J.-C., Evans H. (2004). Damage and control of BAWBILT organisms, an overview. In: Lieutier F., Day K.R., Battisti A., Grégoire J.-C., Evans H. (eds.). *Bark and wood boring insects in living trees on Europe, a synthesis*. Kluwer, Dordrecht. P. 19–37. [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-2241-8\\_4](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4020-2241-8_4).
10. Обзор лесопатологического и санитарного состояния лесного фонда Республики Беларусь за 2022 год и прогноз развития патологических процессов в 2023 году. аг. Ждановичи, 2023. 109 с.

В.В. Усеня, зам. директора по науч. работе  
акад., д-р с.-х. наук, проф.;  
Е.А. Тегленков, науч. сотр.,  
Е.П. Клименков, науч. сотр.  
(Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель)

## **ДИНАМИКА И ПРОДУКТИВНОСТЬ ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЕСТЕСТВЕННОГО И ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ**

В настоящее время на территории стран Европы произрастает порядка 10 млн. га дубовых насаждений, при этом их максимальные площади в России – 3,0 млн. га, Франции – 2,1 млн. га, Украине – 1,4 млн. га и Германии – 0,9 млн. га.

В лесном фонде Республики Беларусь доленое участие дубовых насаждений составляет 3,3% от лесопокрытой площади [1]. Дуб черешчатый в породном составе лесов является одним из основных лесообразователей, формирующих дубовые формации. На территории страны на протяжении 1901-2022 гг. наблюдается тенденция снижения долевого участия дубрав в породной структуре лесов с 8,7% до 3,3%. Площадь дубрав, по состоянию на 1.01.2023 г., составила 272 780 га с запасом древесины на корню 53,7 млн. м<sup>3</sup>. Дубовые насаждения на территории страны распределены крайне неравномерно, 63% их площади находится в южной части. В возрастной структуре дубрав молодняки составляют 19,7%, средневозрастные – 48,2%, приспевающие – 15,0%, спелые и перестойные насаждения – 17,1% от их общей площади. В лесопокрытой площади дубрав преобладают кисличный (48,5%), черничный (16,6%), снытевый (10,8%) и орляковый (9,4%) типы леса. В породном составе лесов Беларуси дуб черешчатый представлен как основным лесообразователем, формирующим формации дубовых лесов, так и примесью в составе других лесных формаций. Дубовые фитоценозы, произрастая на наиболее плодородных почвах практически не образуют чистых насаждений, формируют сложные по составу и строению древостои.

В составе дубрав произрастают такие древесные породы как сосна, береза, осина, липа, клен, ель, ясень, вяз, граб, ольха черная. Породный состав дубовых насаждений может значительно варьировать в зависимости от их возраста, типа леса и геоботанического расположения [2-5]. Исследование динамики и продуктивности естественных и искусственных дубовых насаждений выполнено на территории геоботанических подзон: грабово-дубово-темнохвойных лесов, дубово-темнохвойных лесов и широколиственно-сосновых лесов в

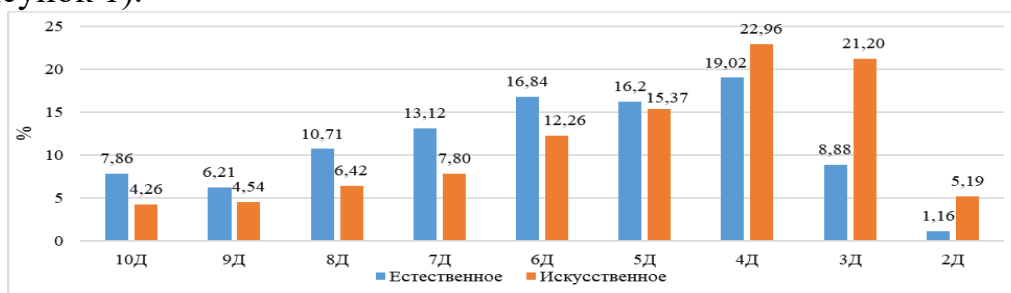
наиболее распространенных кисличном, черничном и снытевом типах леса, которые занимают 75,8% от лесопокрытой площади дубрав [1].

Выполненный анализ распределения площади дубовой формации по долевному участию главной породы свидетельствует о том, что максимальные площади как чистых, так и с наличием в составе древостоев 8-9 единиц главной породы, отмечены в подзонах широколиственно-сосновых лесов (6,21-10,71%) и дубово-темнохвойных лесов (4,79-7,20%) (таблица).

**Таблица – Распределение площади дубовых насаждений естественного и искусственного происхождения по долевному участию главной породы в разрезе геоботанических подзон, %**

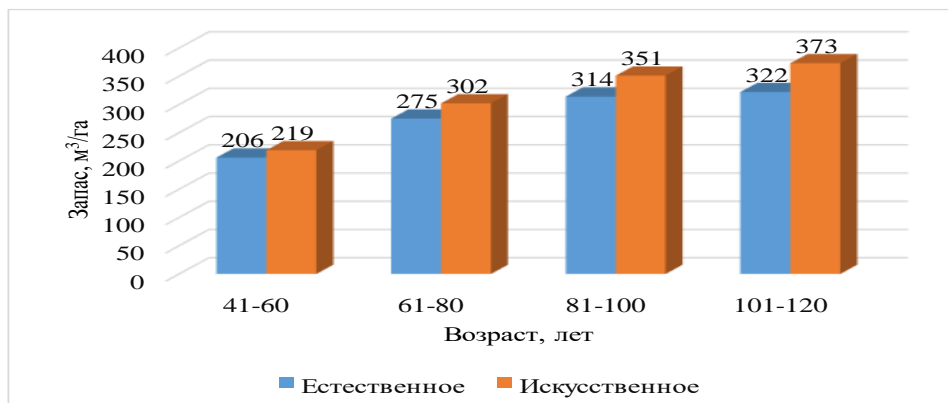
Геоботаническая подзона	Долевое участие главной породы, единиц								
	0								
Естественное происхождение									
Широколиственно-сосновых лесов	,86	,21	0,71	3,12	6,84	6,20	9,02	,88	,16
Грабово-дубово-темнохвойных лесов	,22	,60	,17	,31	1,95	8,03	1,18	4,94	,60
Дубово-темнохвойных лесов	,79	,07	,20	,48	0,49	2,23	7,62	4,42	0,70
Искусственное происхождение									
Широколиственно-сосновых лесов	,26	,54	,42	,80	2,26	5,37	2,96	1,20	,19
Грабово-дубово-темнохвойных лесов	,13	,84	,10	,41	,20	,22	3,92	7,88	8,30
Дубово-темнохвойных лесов	,61	,10	,82	,24	,03	0,53	1,83	3,32	0,52

Установлено, что в породном составе дубовых насаждений естественного и искусственного происхождения преобладают насаждения с долевым участием 3-4 единиц главной породы. Максимальные площади чистых по составу дубовых фитоценозов естественного и искусственного происхождения отмечены в подзоне широколиственно-сосновых лесов (соответственно 7,9 и 4,3% от их общей площади) (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Распределение площади дубовых насаждений естественного и искусственного происхождения подзоны широколиственно-сосновых лесов по долевному участию главной породы**

На территории геоботанических подзон в наиболее распространенных типах леса дубовой формации отмечена тенденция повышения долевого участия главной породы с возрастом насаждения. Максимальное доленое участие главной породы (56,1-70,4%) отмечено в составе 81-140-летних естественных и искусственных дубовых фитоценозов кисличного типа леса.



**Рисунок 2 – Динамика запасов 41-120-летних дубрав кисличных естественного и искусственного происхождения на территории Беларуси**

Установлено, что продуктивность естественных и искусственных дубовых насаждений определяется их составом, возрастной и типологической структурой. На территории геоботанических подзон в наиболее распространенном кисличном типе леса запасы 41-120-летних дубрав естественного происхождения составили 206-322 м³/га, искусственных древостоев – 219-373 м³/га (рисунок 2).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 1.01.2023 г. / Министерство лесного хозяйства Республики Беларусь. Лесостроительное республиканское унитарное предприятие «Белгослес». – Минск, 2023. – 90 с.
2. Юркевич И.Д. Дубравы Белорусской ССР и их восстановление. – Мн.: ГИ БССР, 1951. – 215 с.
3. Гельтман В.С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии. Минск: Наука и техника, 1982. – 326 с.
4. Гримашевич В.В., Федоренко О.Н., Колодий П.В. Динамика дубовых насаждений Беларуси // Лесохозяйственная информация: Сборник научно-технической информации по лесному хозяйству. – № 12. – Москва, 2008. – С.33-37.
5. Лазарева М.С., Климович Л.К., Климов А.В. Особенности формирования дубравы кисличной // Изв. Гомел. гос. у-та им. Ф. Скорины. – Естественные науки. – 2020. – № 6 (123). – С. 50-55.



**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ  
СКВЕРА «НАША ДЕСЯТКА» В СОВЕТСКОМ РАЙОНЕ  
Г. КРАСНОЯРСКА**

В статье представлены рекомендации по реконструкции озеленения территории сквера, расположенного в Советском районе города Красноярска. Проведена оценка состояния существующих насаждений. По результатам обследования установлены причины и назначены методы реконструкции зеленых насаждений на территории объекта, исходя из местоположения района.

В условиях интенсивного строительства городов и уменьшения территории для озеленения, особое место среди видов зеленого строительства занимает сквер. Сквер – это одна из самых популярных форм озеленения территории. С помощью сквера можно решить проблему обслуживания населения зеленой площадью. Иногда за счет территории сквера пополняются большие массивы зелени – общественные сады и парки. Небольшой сквер можно найти в любом квартале города. Для парка или сада нужны особые условия и не всегда эти условия может обеспечить уже существующий город.

Объект обследования находится в Советском районе г. Красноярска. Площадь объекта составляет 0,5 га. Рельеф на территории объекта преимущественно равнинный. С северной стороны участок примыкает к магистрали. Элементы озеленения представлены рядовыми посадками ели сибирской. На территории находится скульптура вертикального озеленения «Десятирублевая купюра».

С южной, восточной и западной стороны участок ограждают жилые застройки группового типа. Элементы озеленения представлены рядовыми посадками ели сибирской, групповыми посадками из сосны обыкновенной, имеется контейнерное озеленение.

Центральную часть участка, а также место для отдыха, планируется обставить двумя полосами многолетних цветников, шириной 1 метр, общая площадь равна 20 м<sup>2</sup>. Эти полосы выполнены из котовника Фассена «Six hill», вейника остроцветкового «Overdam», вероникаструма виргинского «Red Arrow».

В местах выпавших деревьев в рядовой посадке ели сибирской будут посажены новые экземпляры. В промежутках между растениями будет располагаться стефанандра надрезаннолистная «Tanakae». А

также она будет подсажена к групповой посадке из сосны обыкновенной.

К существующим насаждениям планируется посадка можжевельника казацкого «Arcadia», дерена белого «Siberian pearls» и стефанандры надрезаннолистной «Tanakae».

Между цветниками и рядовой посадкой ели сибирской будут размещаться древесные группы: можжевельник казацкий «Arcadia» и дерен белый «Siberian pearls», однопородная группа из дерена белого «Siberian pearls», группа из сосны горной «ф. мугус» и стефанандры надрезаннолистной «Crispa».

В придомовой полосе также планируется посадка можжевельника казацкого «Arcadia» и стефанандры надрезаннолистной «Tanakae», а на концах полосы разместятся группы из дерена белого «Siberian pearls», сосны горной «ф. мугус» и стефанандры надрезаннолистной «Tanakae».

В центре зоны отдыха будет реконструирован цветник, состоящий из многолетних растений таких, как астра кустарниковая «Jenny», гейхера гибридная «Little cuties blonde», флокс шиловидный «Snowflake».

В результате реконструкции территории сквера удалены деревья, которые находились в неудовлетворительном состоянии, была дополнена рядовая посадка из ели сибирской. Имеющиеся насаждения были дополнены новыми посадками. Для создания более полноценной визуальной картины территории были предложены новые посадки кустарников, которые были выполнены в свободном стиле, также добавлены новые цветники.

Ассортимент применяемых деревьев и кустарников подобран в соответствии с климатическими условиями. Принятие данных планировочных решений, позволит прийти к единой стиливой концепции территории сквера, сделает ее более привлекательной и комфортной [1].

При выборе ассортимента растений учитывалась их устойчивость к условиям местности, декоративные свойства, а пыле и газоустойчивость.

Ель сибирская (*Picea obovata*) – хвойное дерево, является типичным обитателем Западной и Восточной Сибири. Высота может достигать 30 м. От ели обыкновенной отличается хвоей и шишками. Хвоя более жесткая, шишки мелкие с овальными чешуями. Пирамидальная или узкопирамидальная крона. Хвоя зеленая, колючая. Шишки первоначально зеленые затем становятся золотисто-коричневыми, весной следующего года опадают. Морозоустойчива.

Яблоня сибирская (*Malus baccata*) – дерево, способно вырастать до 10 м. Растению присуща зонтиковидная крона, которая состоит из удлиненных веток. Кора серо-коричневая или пурпурно-коричневая, побеги голые. Листья овальные или яйцевидные, длина 3-8 (до 10) см, конец листа заостренный, голый, верх листовой пластины глянцевый зеленого цвета, низ бледнее, осенью желтеют. Цветки до 4,5 см в диаметре, белые, по 4–8 шт. в зонтиковидных соцветиях на длинных цветоножках.

Сирень венгерская (*Syringa josikaea*) – кустарник высотой до 5 м. Молодые ветви имеют тёмно-зелёный или бурый оттенок. Цветки и бутоны светло-лилового цвета, интенсивность оттенка изменчива, имеется специфический аромат. Узкие и прямостоячие соцветия. Цветение происходит в июне и длится 20—25 дней.

Можжевельник казацкий «Arcadia» (*Juniperus sabina* «Arcadia») – распростертый кустарник, высота которого достигает 0,5 м, диаметр до 2 (4) м. Форма кроны кустовидная, неправильная. Кора имеет красноватый оттенок, может отслаиваться на старых ветвях. При расстирании побегов слышится резкий запах, неприятный. Хвоя серо-голубая, главным образом, в форме чешуек.

Сосна горная «ф. мугус» (*Pinus mugo* subsp. *mugo*) – кустарниковая форма сосны. Крона распростертая, стелющаяся. Растет медленно, во взрослом состоянии достигает высоты 2-3 м и диаметра 3-4 м. Короткие побеги направлены вверх. Ежегодный прирост составляет 10 см в высоту и 12 см в ширину. Темно-зеленая хвоя (около 4 см) собрана по две, жесткая, игольчатая, иногда перекрученная. Первые шишки появляются в возрасте 6-8 лет: светло-коричневые, сидячие, ширококонусовидные, размером 3-6 см, они дополняют весьма декоративный облик карликового вечнозеленого хвойного кустарника.

Стефанандра надрезаннолистная «Tanakaе» (*Stephanandra incisa* «Crispa») – кустарник. Гораздо крупнее своих собратьев. Холмистый, с множеством тонких ветвей, изгибающихся от основания.

Укореняясь от кончиков корней может образовывать большую колонию. За год куст вытягивается в высоту более 2 м, а ширина достигнет 2,5 - 4 м. Растение обладает средне-зелеными заостренными листьями с глубокими жилками. Осенью приобретают насыщенный красно-коричневый цвет. Цветы мелкие, белые похожи на маленькие звездочки.

Дерен белый «Siberian pearls» (*Cornus alba* «Siberian pearls») – листопадное растение, жизненная форма – кустарник, высота которого может достигать 2-2,25 м. Отличительная черта – ярко-красные ветви, которые образуют плотную крону. Листья имеют овальную

форму, сверху листовая пластинка темно-зеленая, низ пластинки сизовато-белый, лист немного морщинистый. Осенью окрас приобретает красно-фиолетовый тон. Городские условия хорошо переносит. Переносит стрижку и обрезку.

Для поддержания яркой окраски побегов, такая окрас присуща только однолетним и двулетним побегам, рекомендуется омолаживающая стрижка – вырезка старых побегов или посадка пень.

Вейник остроцветковый «Overdam» (*Calamagrostis* × *acutiflora* «Overdam») – растение высокой зимостойкости. Медленно расползаясь, оно образует выразительную кочку. По краю пестрых листьев проходит кремово-белого цвета полоса. Высота цветочных стеблей 1,5 м. Колоски меняют свой цвет в процессе цветения, становясь сначала розовым, а затем буро-коричневыми. Подойдет для деликатного акцента в саду или в качестве невысокого экрана.

Щучка дернистая «Tardiflora» (*Deschampsia cespitosa* «Tardiflora») – куст-кочка. Соцветия достигают высоты 100-120 см, бронзового цвета, цветение происходит в мае-июне. Предпочитает солнечные места, переносит полутень, но почти не цветет при затенении. Подходят любые типы почвы. Хорошо растет при умеренной температуре и во влажной почве, угнетается при сухом жарком климате [2, 3].

Флокс шиловидный «Snowflake» (*Phlox subulata* «Snowflake») – многолетнее растение. Растение данного сорта достигает высоты от 10 и до 12 см. Образует компактный холмик шириной до 30 см благодаря стелющимся стеблям. Листья напоминают еловые иголки, мягкие, вечнозеленые и узкие. Лепестки с характерной выемкой, диаметр венчика 1,5-2 см. желая середина цветка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Парки / Горохов, В.А. – Текст : электронный // Архитектура и проектирование | Архитектурные конкурсы | Totalarch : [сайт]. – URL: <http://landscape.totalarch.com/node/36> (дата обращения: 25.03.2023).

2. Вергунов А.П. Архитектурно-ландшафтная организация пространств городских центров / А.П. Вергунов. – М.: МАРХИ, 2012. – 55 с.

3. Боговая И.О. Озеленение населенных мест / И.О. Боговая, В.С. Теодоронский. – М: Агропромиздат, 2009. – 240 с.

Е.И. Федченко, мл. науч. сотр.,  
С.М. Хамитова, доц., науч. сотр., канд. с.-х. наук;  
С. Пестовский, доц., мл. науч. сотр., канд. с.-х. наук,  
(ФГБНУ ВНИИФ, г. Москва, Российская Федерация)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ БОЛЕЗНЕЙ И ВРЕДИТЕЛЕЙ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA*) НА ТЕРРИТОРИИ САНАТОРИЯ «БОБРОВНИКОВО» ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

Береза наиболее распространенная древесная порода в Северном полушарии и самая распространенная из лиственных пород в России. В лесной зоне умеренного пояса она является лесообразующей породой.

Цель – исследование болезней и вредителей Березы повислой (*Betula pendula*) на территории санатория «Бобровниково» Вологодской области.

Объектом исследования является Береза повислая (*Betula pendula*), произрастающая на территории санатория «Бобровниково» Вологодской области.

Болезни и вредители определялись по справочникам [1].

Санаторий "Бобровниково" – бальнеотерапевтический климатический равнинный курорт лесной зоны на северо-востоке Вологодской области, расположен в сосновом бору на берегу Северной Двины в 7 километрах от Великого Устюга, родины российского Деда-Мороза. Площадь территории санатория 10 га, парковая зона площадью 50,2 га находится в обширном лесном массиве из сосен, елей и берез.

На территории санатория преобладающей породой является Береза повислая (*Betula pendula*). Береза повислая (*Betula pendula*) – высокое, стройное дерево-долгожитель, продолжительность их жизни достигает 100, 150 и даже 200 лет, в благоприятных условиях взрослое дерево вытягивается до 30 метров в высоту.

Берёзы способны подвергаться многим грибковым и бактериальным заболеваниям, а также воздействию вредителей.

На березах разного возраста широко распространены болезни листьев: мучнистая роса, ржавчина, пятнистости. Болезни листьев при высоком уровне поражения приводят к массовому преждевременному листопаду, ослаблению деревьев, снижению их декоративности и защитных функций. На 7 деревьях обнаружена бурая пятнистость (возбудитель – гриб *Marssonina betulae*) (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Бурая пятнистость листьев березы**

Большое влияние на состояние березы оказывают некрозно-раковые болезни стволов и ветвей. Наиболее распространенными из них являются ступенчатый рак (возбудитель – гриб *Nectria galligena*) (33 дерева) и бактериальная водянка (возбудитель – бактерия *Erwinia multivora*) (27 деревьев) (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Ступенчатый рак и бактериальная водянка стволов березы**

В насаждениях березы возрастает опасность гнилевых болезней, вызывающих разрушение древесины корней и стволов. Гнили стволов вызываются многими дереворазрушающими грибами, из которых наиболее распространенные: ложный трутовик (*Phellinus igniarius*), скошенный трутовик, или чага (*Yponotus obliquus*), настоящий трутовик (*Fomes fomentarius*), березовая губка (*Piptoporus porulinus*). Гнили стволов березы обнаружены на 51 дереве (рисунок 3).



**Рисунок 3 – Гнилевые болезни стволов березы**

Среди вредителей на березах отмечены тля, клопы, трипсы, листоблошки, берёзовая листовёртка. На стволах 16 деревьев обнаружены следы березового заболоника и короёда (рисунок 4).



**Рисунок 4 – Вредители листьев и стволов березы**

Таким образом, можно сделать вывод, что большая часть, а именно 86% насаждений березы повислой (*Betula pendula*) на территории санатория «Бобровниково» Вологодской области имеет повреждения болезнями и вредителями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Кузьмичев Е.П., Соколова Э.С., Мозолевская Е.Г. Болезни и вредители в лесах России. Том 1. Болезни древесных растений. Справочник. — м.: вниилм, 2004. — 129 с.: ил.

**ПОЛУЧЕНИЕ ЧИСТОЙ КУЛЬТУРЫ  
МИКОРИЗООБРАЗУЮЩЕГО ГРИБА *IMLERIA*  
*BADIA* (FR.) VIZZINI**

*Imleria badia* (польский гриб) является не только съедобным грибом, относящимся ко второй категории, но также и хорошим микоризообразователем хвойных пород, а в особенности сосны обыкновенной.

Чистую культуру микоризообразователя получают в асептических условиях путем выделения грибного материала (спор или экпланта вегетативной ткани), что требует подбора условий стерилизации материала и питательных сред для культивирования [1].

Исходя из выше сказанного, целью данной работы являлось введение польского гриба в чистую культуру для изучения ростовых параметров и морфологических особенностей при выращивании на питательных средах с целью дальнейшей микоризации посадочного материала хвойных пород в условиях лесных питомников.

В качестве объекта исследования были использованы плодовые тела польского гриба. Сбор плодовых тел проводили в сосновых насаждениях на территории Грабовского лесхоза, в период их массового появления в сухую погоду. Выбирали молодые неповрежденные плодовые тела, хранили материал в течение 1 недели в холодильнике в промаркированных полиэтиленовых пакетах.

Плодовые тела очищали от растительных остатков и фрагментов почвы, быстро, избегая напитывания влагой рабочего материала, протирая тряпкой, вымоченной в проточной воде. Дальнейшую обработку проводили в ламинар-боксе, подсушив материал на фильтровальной бумаге. Стерилизацию проводили в 70% этиловом спирте погружая цельное плодовое тело на 1 минуту и, после промывая стерильной дистиллированной водой.

Следующим этапом стерилизации плодовое тело погружали в 0,1% раствор хлорида ртути (II) на 5-10 секунд, далее повторно ополаскивали стерильной дистиллированной водой. После извлечения плодовое тело промакивали стерильной фильтровальной бумагой и отделяли ножку плодового тела. Из шляпки стерильно высекали экпланты размером не более 5 миллиметров таким образом, чтобы не задевать поверхностное покрытие и болеты.

Для выделения инокулюма использовали внутренние, стерильные части ткани. Обработанное плодовое тело одним стерильным



скальпелем разрезали, а другим высекали фрагменты тканей размером около 0,5 см, таким образом, чтобы не задевать поверхностное покрытие и болаты, перенося их по 5 в чашки Петри на плотные питательные среды:  $\frac{1}{2}$  Murashige-Skoog ( $\frac{1}{2}$  MS), картофельно-глюкозный агар (КГА) и среда Чапека, применяя в качестве уплотнителя агар-агар. Водородный показатель (pH) доводили до значений 5,6-5,8 и автоклавировали 20 минут при 0,5 атм (112°C). Чашки с инокулюмом плотно оборачивали полиэтиленовой пленкой для предотвращения пересыхания и помещали в термостат, где культивировали при 24°C.

Подготовку лабораторной посуды и инструментов, посев и культивирование материала проводили согласно общепринятым методикам микробиологических работ [2]. Отмечали продолжительность культивирования до покрытия инокулюма растущими гифами, морфологические особенности развивающегося мицелия, а также срок до полного обрастания им поверхности среды.

Верификацию видовой принадлежности исходного материала и полученной культуры гриба проводили с использованием молекулярно-генетических методов. ПЦР проводилась с использованием набора DreamTaq Green PCR Master Mix (2X) (Thermo Scientific, США) согласно прилагаемой инструкции. Для амплификации маркерного региона рДНК (ITS1) использовали праймеры ITS1F/ITS2 [3]. ПЦР-продукты секвенировались по Сэнгеру на базе генетического анализатора 3500 Applied Biosystems. Видовая идентификация осуществлялась в базе данных NCBI [4].

После 10 суток культивирования эксплантов из плодовых тел на питательной  $\frac{1}{2}$  MS отмечали начало роста гиф, формирующих пушистый мицелий молочно-белого цвета. В случае использования остальных питательных сред, участвующих при введении экспланты на чашках некротизировали и не имела признаков роста. Через 5-6 суток начинался переход мицелия к росту по поверхности питательной среды, вначале в виде тонкой сети неокрашенных гиф, которые по мере развития утолщались.

Следует отметить, что интенсивность роста мицелия польского гриба на среде MS была крайне низкой, на 23 сутки культивирования уплощенные колонии достигли диаметра 18 мм и прекратили свой рост. В связи с этим было принято решение изменить среду культивирования на модифицированную среду Melin-Norkrans (MMN) и Woody Plant Medium (WPM).

На питательной среде MMN первые гифы, знаменующие начало роста колонии, появились уже на третьи сутки, та же картина отмечалась и на питательной среде WPM. Уже на десятые сутки можно было

увидеть явные ростовые отличия мицелия на средах. Так на питательной среде WPM к этому времени мицелий польского гриба стал плотным и дал стабильную культуру 27 мм в диаметре, в то время как на питательной среде WPM ростовые показатели мицелия польского гриба достигли только 19 мм.

Таким образом, на основании полученных результатов установлено, что выделение и поддержание польского гриба *in vitro* следует проводить на плотной питательной среде Woody Plant Medium. Питательные среды ½ MS и MMN можно использовать при длительном беспересадочном хранении чистой культуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Molina R., Palmer J.G. Isolation, maintenance and pure culture manipulation of ectomycorrhizal fungi // Methods and principles of mycorrhizal research. – St. Paul, MN: American Phytopathological Society. – 1982. P. 115–129.

2. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии. М.: Дрофа. 2004. С. 149–165.

3. Gardes M., Bruns T. D. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes application of the identification of mycorrhizae and rusts. Molecular Ecology, 1993, vol. 2, no. 2, pp. 113–118.

4. National Center for Biotechnological Information, NCBI. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (accessed 24.11.2023)

УДК 58.002+ 343.98

А.Н. Хох, зав. лабораторией  
(НПЦ ГКСЭ, г. Минск)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИК-СПЕКТРОСКОПИИ В СОЧЕТАНИИ С ХЕМОМЕТРИЧЕСКИМИ АЛГОРИТМАМИ АНАЛИЗА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАКТОВ ФАЛЬСИФИКАЦИИ ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ МЯГКИХ ЛИСТВЕННЫХ ПОРОД**

Древесина мягких лиственных пород имеет ряд недостатков, которые ограничивают ее применение в строительстве. Так, она быстро загнивает из-за отсутствия смолистых веществ, растрескивается при высыхании и, как правило, имеет достаточно низкие прочностные показатели. Для устранения указанных недостатков применяются различные способы модификации древесины, в том числе и термическая модификация. Термически модифицированная древесина является экологически безопасным материалом, имеет повышенную био- и из-

носостойкость и может являться альтернативой многообразию тропических пород. При этом стоит такая древесина дороже обычной, а потому наиболее часто подвержена фальсификации.

Цель работы заключалась в оценке возможности применения БИК-спектроскопии для установления фактов фальсификации термически модифицированной древесины мягких лиственных пород.

Объектами исследования являлись не отличимые по цветовым характеристикам образцы пиломатериалов березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.), изготовленных по технологиям «Thermowood» (вариант №1) и «Вакуум плюс» (вариант №2), а также экспериментально полученные образцы (160°C, 6 часов) (вариант №3).

БИК-спектры были получены с использованием портативного БИК-спектрометра MicroNIR OnSite с диодно-матричным детектором (VIAVI, США) в диапазоне 10526-6060 см<sup>-1</sup> в режиме диффузного отражения с разрешением 2 см<sup>-1</sup> после усреднения накопленных спектрограмм, содержащих 64 сканирования. Для регистрации спектров использовали программный пакет MicroNIR™ Pro 1700 (версия 2.5.1) (VIAVI, США). На первом этапе БИК-спектры после стандартизации нормировкой вариации (SNV-коррекция) из-за избыточной («шумовой») информации были проанализированы с помощью метода главных компонент [1] (рисунок 1).

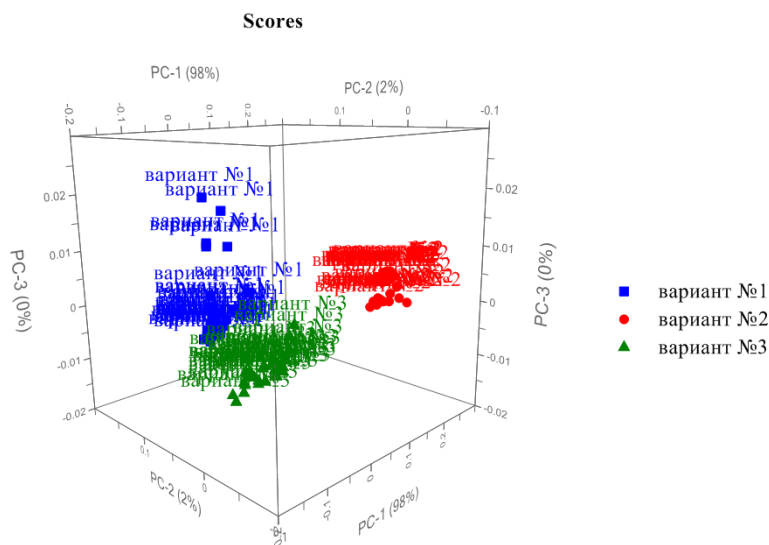


Рисунок 1 – Матрица счетов для исследованных образцов в 3d проекции

Согласно матрице счетов наиболее информативной является первая главная компонента, так как на нее приходится наибольшая доля разброса (ГК-1 объясняет 98% общей дисперсии). Вторая и последующие компоненты в основном содержат шум, а потому могут не рассматриваться в дальнейшем (вторая главная компонента объясняет 2% исходной вариации). В целом все исследованные образцы объеди-

нились в 3 группы в зависимости от технологии изготовления.

Далее проводилось формальное независимое моделирование аналогий классов (далее – SIMCA) [2]. Для этого БИК-спектры, полученные для каждого варианта термической модификации были случайным образом пятикратно разделены на обучающие (градуировочные наборы, 2/3 спектров) и тестовые (валидационные наборы, 1/3 спектров) выборки. Аномальных образцов в наборах на основании расчетов расстояния Махаланобиса [3] не обнаружено.

На основе обучающих выборок проводилось построение классификационных SIMCA-моделей с применением пятиблочной перекрестной проверки. Каждая выборка (целевой класс) моделировалась методом PCA обособленно, независимо от остальных и проверялась на возможные выбросы. Расчет расстояний между исследуемыми выборками в относительных единицах составил от 6,89 до 52,7, что считается подходящим для надежного различия исследуемых объектов [2]. Результаты SIMCA-классификации обучающих выборок представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Результаты SIMCA-классификации обучающих выборок**

	Правильно классифицированы, %	Мультиклассифицированы, %	Неклассифицированы, %	Количество РС	Дисперсия РС-1, %
Вариант №1	90/90/95/100/100	10/10/0/0/0	0/0/0/0/0	2/2/4/4/5	79/88/71/71/76
Вариант №2	95/100/95/100/95	0/0/5/0/0	5/0/0/0/5	3/4/2/4/4	82/84/74/79/84
Вариант №3	100/95/100/100/95	0/5/0/0/0	0/0/0/0/5	5/4/3/3/3	71/67/72/77/81
Средняя точность ± SD (%) = 96,7±3,6					

В таблице 2 представлены полученные результаты классификации для валидационных выборок.

**Таблица 2 – Результаты SIMCA-классификации валидационных выборок**

	Правильно классифицированы, %	Мультиклассифицированы, %	Неклассифицированы, %
Вариант №1	90/90/95/95/100	10/5/5/5/0	0/5/0/0/0
Вариант №2	95/95/100/95/95	5/5/0/5/0	0/0/0/0/5
Вариант №3	95/90/100/95/95	5/5/0/5/0	0/5/0/0/5
Средняя точность ± SD (%) = 95±3,3			

Таким образом, не отличимые по цветовым характеристикам термомодифицированные пиломатериалы березы пушистой, изготовленные по технологиям «Thermowood», «Вакуум плюс», а также полученные экспериментально образцы, можно отличить друг от друга с помощью метода БИК-спектроскопии в сочетании с SIMCA. Разработанные классификационные модели позволили провести объективную

идентификацию с достаточно высокой точностью. Средняя точность классификации составила  $96,7 \pm 3,6$  (%) для обучающих выборок,  $95 \pm 3,3$  (%) – для валидационных. В будущем классификационные модели могут быть улучшены путем включения в них большего числа образцов. Необходимо отметить, что помимо мягких лиственных пород БИК-спектроскопия может быть применена и для исследования других, в том числе коммерчески ценных, пород древесины.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хох А. Н. Выявление фактов фальсификации термически модифицированной древесины сосны обыкновенной методом БИК-спектроскопии / А. Н. Хох // Вопросы криминологии, криминалистики и судебной экспертизы : сб. науч. тр. – 2023. – № 53. – С. 124–129.
2. Bächle, H. Classification of thermally modified wood by FT-NIR spectroscopy and SIMCA / H. Bächle, // Wood Science and Technology. – 2012. – Vol. 46. – P. 1181–1192.
3. Brereton, R. G. Re-evaluating the role of the Mahalanobis distance measure. / R. G. Brereton, G. R. Lloyd // Journal of Chemometrics. – 2016. – Vol. 30. – №4. – 134-143.

УДК 630\*587

С.С. Цай, ст. преп., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ЛИДАРНОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ НА ЛЕСОСЕКАХ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫХ УГЛОВ НАКЛОНА МЕСТНОСТИ, ОГРАНИЧИВАЮЩИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕСНЫХ МАШИН**

Использование беспилотных летательных аппаратов (БЛА) в различных отраслях экономики непрерывно увеличивается, находя новые сферы применения. Это связано с улучшением технических характеристик самих БЛА, внедрением автоматизированных алгоритмов пилотирования, расширением видов навесного оборудования, а также совершенствованием возможностей этого оборудования вследствие уменьшения веса и линейных размеров, увеличения функциональности. Несомненно, использование беспилотных комплексов в интересах лесной отрасли перспективно и может способствовать решению ряда практических задач лесного хозяйства и лесоустройства.

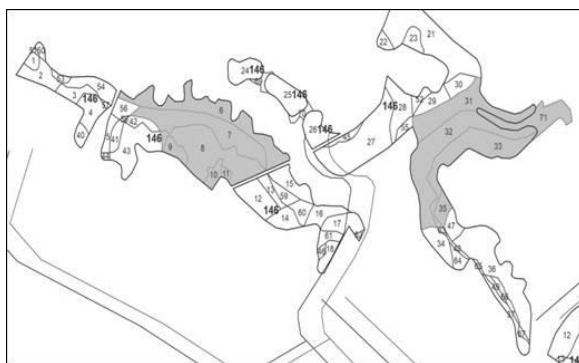
Рассматриваемая работа посвящена вопросам использования материалов лидарной съемки с беспилотных летательных аппаратов для целей определения на участках лесосечного фонда углов наклона

местности, ограничивающих использование комплекса лесных машин по заготовке и трелевке древесины на рубках главного пользования.

**Объекты исследования.** В качестве объектов, на которых проводились работы по выполнению лидарной съемки, выступали участки лесосечного фонда с выраженным рельефом на территории Горецкого лесхоза Первомайского лесничества (кв. 40, выдела 1, 4, 13, 14) и Мстиславского лесничества (кв. 146, выдела 6-11, 31 - 33, 35), рис. 1. У руководства лесхоза возникли обоснованные подозрения о невозможности использования лесозаготовительной техники на вышеприведенных участках. С целью уточнения крутизны склонов этих участков было решено провести лидарную съемку силами специалистов отдела дистанционного зондирования и мониторинга лесов РУП «Белгослес».

**Используемое оборудование.** В качестве летательного аппарата использовался БЛА DJI Matrice 300RTK, на котором посредством 3-осевого стабилизированного подвеса закреплялось навесное оборудование для выполнения лидарной съемки – лидар DJI Zenmuse L1.

Данное устройство обладает уникальными характеристиками, поскольку является одним из первых в истории лидарным датчиком, устанавливаемым на беспилотные летательные аппараты. При весе около 0,9 кг прибор обладает техническими характеристиками, позволяющими в процессе съемки получать данные геодезической точности. Для выполнения съемки данный лидар был любезно предоставлен компанией «Хобби-парк».



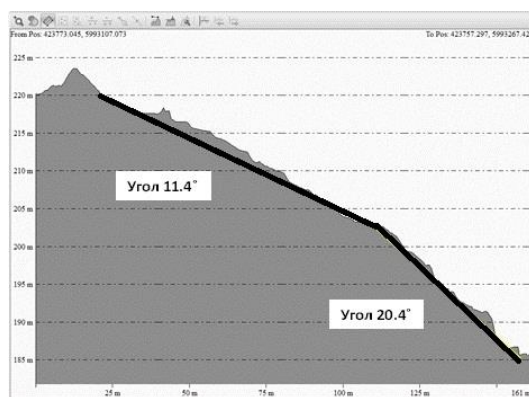
**Рисунок 1 – Расположение участков лесосечного фонда с выраженным рельефом на территории, Мстиславского лесничества Горецкого лесхоза**

**Подготовительные и съемочные работы.** Проведение лидарной съемки, с использованием указанного выше оборудования, осуществлялось специалистами РУП «Белгослес» на объектах лесосечного фонда Горецкого лесхоза (см. выше).

В процессе подготовительных работ в камеральных условиях выполнялось уточнение участка съемочных работ по предварительным данным, которые были переданы работниками Горецкого лесхоза.

за. Для этого в геоинформационную систему «ArcMap» были загружены цифровые лесоустроительные картографические материалы по указанному лесхозу, на основании которых были определены границы участков для съемки и сформированы полетные задания по каждому из участков для загрузки в контроллер БЛА. В соответствии с полетным заданием лидарная съемка участков выполнялась на высотах 80 – 100 метров. Параметры проведения съемки устанавливались из соображения необходимости получения цифровой модели земной поверхности под пологом леса, поэтому настройка плотности точек на 1 квадратный метр была установлена достаточно большая – порядка 100 точек/м<sup>2</sup>. Съемка проводилась методом линейного сканирования в режиме «Repetitive» с использованием только одиночного отклика. Процент перекрытия соседних полос составил 50%.

Обработка материалов лидарной съемки выполнялась с использованием программных средств DJI Terra и геоинформационной системы Global Mapper. Первоначальные данные лидарной съемки обрабатывались в программном приложении DJI Terra, с помощью которого была проведена фильтрация данных и сформирован файл облака точек с расширением «Las». Дальнейшая обработка данных проводилась в геоинформационной системе Global Mapper, при помощи которой были выделены точки, отраженные от земной поверхности, и построена цифровая модель рельефа участков. Также с использованием ПО Global Mapper были построены продольные профили вдоль скатов земной поверхности на обследуемых участках и определены углы наклона. На рис. 2 представлен продольный профиль для одного из участков в квартале 146, выдел 31 – 35.



**Рисунок 2 – Профиль земной поверхности вдоль склона на участке лесосечного фонда (кв. 146, выдел 31 – 35) Мстиславского лесничества Горецкого лесхоза**

Полученные результаты (значения углов наклона рельефа местности) в большинстве случаев подтвердили опасения работников лесхоза о превышении допустимых углов наклона местности на обследуемых участках.

Е.В. Чурило, зам. директора, доц., канд. с.-х. наук;  
Е.К. Киб, мл. науч. сотр.;  
Ж.Ю. Пименова, мл. науч. сотр.;  
Е.А. Тегленков, науч. сотр.,  
Г.М. Помаз, науч. сотр.  
(ГНУ «Институт леса НАН Беларуси», г. Гомель)

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА НЕСОМКНУВШИХСЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ПОДЗОНЕ ДУБОВО-ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ**

Наблюдающееся на протяжении последних десятилетий изменение климата приводит к трансформации формационно-типологической структуры лесов и их динамики роста, что требует совершенствования породного состава, схем смешения и густоты лесных культур по геоботаническим подзонам. В связи с этим, в целях актуализации подходов по созданию, выращиванию и оценке качества лесовосстановления и лесоразведения требуется совершенствование нормативных требований к лесным культурам, подлежащим переводу в покрытые лесом земли и их вводу в категорию ценных лесных насаждений.

Исследование динамики роста и развития чистых и смешанных лесных культур главных древесных пород, созданных в различных лесорастительных условиях Беларуси, позволит усовершенствовать технологию их выращивания и повысить эффективность лесокультурного производства.

Оценка качества лесных культур может производиться на любом этапе их выращивания. Лесные культуры до перевода в покрытые лесом земли, а зачастую некоторое время и после этого в большинстве случаев обладают только потенциальным качеством. Основным показателем, определяющим качество лесных культур, является приживаемость (сохранность) или количество жизнеспособных растений главной породы. При детальной оценке качества и состояния лесных культур необходимо учитывать следующие критерии: соответствие лесных культур лесорастительным условиям; соответствие породного состава апробированным типам культур; среднюю высоту культур; число деревьев главных пород на 1 га; долю прогалин. Данный набор критериев для оценки качества и состояния лесных культур может изменяться в зависимости от природно-экономических условий лесовыращивания и интенсивности ведения лесного хозяйства.

В подзоне дубово-темнохвойных лесов главными древесными породами в лесных культурах являются: сосна обыкновенная, ель европейская, лиственница европейская (польская), ясень обыкновенный



и ольха черная. Для оценки качества и состояния лесных культур в данной подзоне нами изучены рост и развитие несомкнувшихся лесных культур главных древесных пород, а также выполнен анализ их приживаемости и сохранности в подзоне дубово-темнохвойных лесов. Исследования проводились на территории Могилевского ГПЛХО (Могилевский, Быховский, Чаусский лесхозы), Минского ГПЛХО (Смолевичский, Воложинский, Молодеченский лесхозы, Вилейский опытный лесхоз), Гродненского ГПЛХО (Островецкий и Сморгонский опытные лесхозы), Витебского ГПЛХО (Витебский, Богушевский, Оршанский, Ушачский лесхозы, Глубокский опытный лесхоз) и Двинской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси.

В ходе исследований выполнено натурное обследование лесных культур хвойных (159,8 га) и лиственных (95,5 га) пород 1-15-летнего возраста. Для этого нами заложено 157 пробных площадей. Закладка пробных площадей осуществлялась в местах, наиболее характерных для всего участка лесных культур. Учет количества посадочных мест, приживаемости и сохранности лесных культур производился при сплошном перечете на пробных площадях. Оценку качества лесных культур проводили в соответствии с критериями состояния лесных культур согласно ТКП 622-2018 (33090) «Технические требования при лесоустройстве. Отвод и таксация лесосек в лесах Республики Беларусь» [1]. При этом выделяли культуры хорошего, удовлетворительного и неудовлетворительного качества.

К неудовлетворительным относили также лесные культуры при создании которых было занижено количество посадочных мест от минимальной густоты, установленной в соответствии с [2]; культуры заглушенные травянистой и кустарниковой растительностью или находящиеся под пологом нецелевых пород; случаи, когда культивируемые древесные породы не соответствуют лесорастительным условиям; поврежденные дикими животными, вредителями и болезнями до степени прекращения роста 40% и более растений древесных пород, культивируемых на участке при создании лесных культур.

Установлено, что среди обследованных участков 1-летних лесных культур хвойных пород удельный вес культур хорошего качества составляет 42,6%, удовлетворительного – 57,4%, культуры неудовлетворительного качества отсутствуют. В 3-летних лесных культурах данное распределение представлено следующим образом: площадь культур хорошего качества составляет 19,0%, удовлетворительного – 81,0%, неудовлетворительные – отсутствуют. В 7-летних лесных культурах 33,0% площади представлены культурами хорошего каче-

ства, 64,6% – удовлетворительного, 2,4% – неудовлетворительного. В лесных культурах более старшего возраста оценка качества лесных культур следующая: 27,1% – хорошее, 71,1% – удовлетворительное, 1,8% – неудовлетворительное.

Всего среди хвойных пород культуры хорошего качества составляют 24,9% от общей площади обследованных участков, удовлетворительного – 71,9%, неудовлетворительного – 1,6%.

На обследованных участках лиственных пород данное распределение представлено следующим образом. В 1-летних лесных культурах удельный вес культур хорошего качества составил 35,1%, удовлетворительного – 64,9%, культуры неудовлетворительного качества отсутствуют. В 3-летних лесных культурах культуры хорошего качества составляют 9,8%, удовлетворительного – 75,5%, неудовлетворительного – 14,7%. В 7-летних лесных культурах: 5,2% – хорошего качества, 91,2% – удовлетворительного, 3,6% – неудовлетворительного. В лесных культурах более старшего возраста распределение следующее: культуры удовлетворительного качества – 79,7%, 20,3% – неудовлетворительного качества, культуры хорошего качества отсутствуют.

Всего среди лиственных пород культуры хорошего качества составляют 11,1% от общей площади обследованных участков, удовлетворительного – 84%, неудовлетворительного – 4,9%.

Установлено, что низкая приживаемость (сохранность) лесных культур на обследованных участках в богатых типах лесорастительных условий обусловлена отсутствием необходимого количества агротехнических уходов или несвоевременным их проведением, весенним подтоплением лесокультурных площадей, а также повреждением дикими животными.

Так, приживаемость однолетних смешанных культур ели при условии качественного своевременного проведения агротехнических уходов составляет 84,1-100%, при их отсутствии – снижается до 34,4-27,6%. При проведении исследований в 3-летних культурах в условиях С<sub>2</sub> и D<sub>2</sub> установлено, что при своевременном проведении уходов приживаемость лесных культур достигает 91,3%, средняя высота деревьев главной породы (Е) – 0,5 м. В то же время при отсутствии уходов, особенно в первый год вегетации, приживаемость лесных культур существенно снижается (менее 25%), при этом средняя высота главной породы (Е) не превышает 0,3 м.

В 7-летних культурах ели и более старшего возраста высокая сохранность также отмечена на участках с регулярным проведением агротехнических и лесоводственных уходов. При несоблюдении технологии выращивания в культурах отмечено неравномерное распре-

деление деревьев главной породы по площади, а также естественное возобновление мягколиственных пород.

Установлено, что в условиях местопроизрастания  $A_2$ ,  $B_2$  приживаемость хвойных лесных культур составляет 50,2–100%. Заглушение культур травянистой и древесно-кустарниковой растительностью в данных лесорастительных условиях менее интенсивное, чем в свежих и влажных дубравах.

В богатых условиях произрастания при ежегодном проведении агротехнических уходов сохранность смешанных культур дуба к возрасту перевода в покрытые лесом земли достигает 77%, а при их отсутствии – не более 40%. При этом доля главной породы в последнем случае существенно снижается.

При некачественном проведении уходов в первые годы роста культур в богатых лесорастительных условиях (С, D), нередко происходит повреждение (скашивание вместе с высокостебельчатыми растениями) части лесных культур, что приводит к снижению их приживаемости, нарушению роста и развития растений. Проведение дополнений лесных культур при обильном развитии травянистого покрова также часто приводит к неудовлетворительному результату из-за их плохой приживаемости вследствие высокой степени задерненности почвы.

Таким образом, качество лесных культур во многом определяется своевременным и качественным проведением агротехнических и лесоводственных уходов. Несоблюдение технологии выращивания особенно в богатых условиях произрастания приводит к заглошению лесных культур травянистой и кустарниковой растительностью и, как следствие, к снижению их приживаемости уже в первые годы выращивания, замене главной породы второстепенной, низкой сохранности лесных культур, неудовлетворительному их состоянию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 622-2018 (33090) Технические требования при лесоустройстве. Отвод и таксация лесосек в лесах Республики Беларусь. Постановление Мин-ва лесного хозяйства Республики Беларусь от 12.07.2018 г. № 9.

2. Положение о порядке лесовосстановления и лесоразведения. Утверждено Постановлением Мин-ва лесного хозяйства Республики Беларусь 19.12.2016 № 80 (в редакции Постановления Мин-ва лесного хозяйства Республики Беларусь 24.03.2022 № 5). – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 28.05.2022, 8/38118.

**СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА ЖАЛОНОСНЫХ  
ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫХ – ПОСЕТИТЕЛЕЙ СОЦВЕТИЙ  
КОРОСТАВНИКА ПОЛЕВОГО (*KNAUTIA ARVENSIS* (L.)  
COULT.) В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «НАРОЧАНСКИЙ»**

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) играют исключительную роль в сохранении биологического разнообразия. Национальный парк «Нарочанский» организовывался с целью консервации в относительно малонарушенном состоянии природных комплексов, характерных для юго-запада Белорусского Поозерья [1]. Короставник полевой (*Knautia arvensis* (L.) Coult.) – травяное растение подсемейства ворсянковых (Dipsacoideae), в Беларуси часто произрастающее в сухих лесах [2], среди которых сосновые, занимающие наибольшую площадь в данном национальном парке [1]. Короставник полевой являясь энтомофильным растением, издавна считается хорошим медоносом [3]. Целенаправленные исследования посетителей соцветий *K. arvensis* ранее в Беларуси не выполнялись.

Информация о посещающих соцветия короставника полевого антофильных насекомых имеются для ряда регионов Европы, в частности, Британии [4] и Эстонии [5]. В Великобритании данный представитель подсемейства ворсянковых внесен в список дикорастущих растений, значимых для сохранения биологического разнообразия насекомых-опылителей [6].

Целью настоящей работы было изложение результатов анализа регистраций посетителей соцветий *K. arvensis*, выполненных в условиях Национального парка «Нарочанский» в 2019–2023 гг. Жалоносных перепончатокрылых насекомых (Hymenoptera: Aculeata) вручную собирали с соцветий короставника полевого в период цветения растений днем (с 10 до 18 часов) при пригодными для фуражирования погодных условиях. Фиксацию и хранение сборов осуществляли в 70 % этаноле.

Для оценки относительного обилия отдельных видов были использованы показатель относительного обилия (доля особей в выборке (Id, %)) и предложенная Ю. В. Песенко [7] ограниченная сверху пятибалльная логарифмическая шкала (B, баллы). Виды с обилием 5 баллов относили к группе доминантов, 4 балла – многочисленных, 3 балла – обычных, 2 балла – малочисленных и 1 балл – единичных ви-

дов. В таблице 1 представлены рассчитанные на основе объемов полученной выборки граничные значения классов (баллов) обилия.

**Таблица 1 – Логарифмическая шкала относительного обилия видов жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – посетителей соцветий короставника полевого (*Knautia arvensis* (L.) Coult.)**

Классы по уровню обилия	Граница интервала класса	
	нижняя, $n(a)_{\min}$	верхняя, $n(a)_{\max}$
1 (единичный вид)	1	3
2 (малочисленный вид)	4	7
3 (обычный вид)	8	18
4 (многочисленный вид)	19	47
5 (доминирующий вид)	48	123

В составе комплекса посетителей соцветий *K. arvensis*, как свидетельствуют данные таблицы 2, отсутствуют доминирующие и многочисленные виды. К группе обычных (класс 3) принадлежат 5 видов, малочисленными (класс 2) являются 4 вида, к группе единичных (балл 1) отнесены 22 вида.

Обычны, в частности, шмели *Bombus terrestris* (L.) и *Bombus lucorum* (L.), как и клептопаразит последнего, шмель-кукушка *Bombus (Psithyrus) bohemicus* Seidl, а также пчела-андрена *Andrena hattorfiana* (F.) и галикт *Halictus sexcinctus* (F.). Шмель *B. terrestris* в литературе фигурирует в числе обычных как в Поозерье, так и всей Беларуси [7, 8]. Малочисленны шмели *Bombus lapidarius* (L.) и *Bombus pratorum* (L.), галикт *Halictus maculatus* Smith и мелиттида *Dasypoda altercator* (Harr.). Группа единичных видов включает не только настоящих пчел (Apidae), но также галиктид (Halictidae), мегахилид (Megachilidae) и мелиттид (Melittidae).

Присутствуют в составе комплекса посетителей соцветий короставника полевого и жалоносные перепончатокрылые, не принадлежащие к Apoidea s.str., а именно оса-блестянка (Chrysidoidea: Chrysididae) *Parnopes grandior* (Pall.) и роящая оса (Sphecoidea: Crabronidae) *Vembix rostrata* (L.).

Анализ широты трофической специализации антофилов с использованием классификации В. Г. Радченко и Ю. А. Песенко [9] показал, что узким олиголектом в составе рассматриваемого комплекса является единственный вид, пчела-андрена *A. hattorfiana*. Группу широких олиголектов представляют галиктиды *H. seladonius* и *H. sexcinctus*, а также мелиттида *D. altercator*. К группе узких полилектов принадлежат мегахилиды *C. elongata* и *C. rufescens*.

**Таблица 2 – Видовой состав и относительное обилие антофильных жалоносных перепончатокрылых (Hymenoptera: Aculeata) – посетителей соцветий короставника полевого (*Knautia arvensis* (L.) Coult.) в условиях Национального парка «Нарочанский»**

Вид	Относительное обилие, %	Класс обилия
<i>Parnopes grandior</i> (Pallas, 1771)	0,81	1
<i>Bembix rostrata</i> (Linnaeus, 1758)	2,44	1
<i>Bombus humilis</i> Illiger, 1806	1,63	1
<i>Bombus hypnorum</i> (Linnaeus, 1758)	2,44	1
<i>Bombus lapidarius</i> (Linnaeus, 1758)	3,25	2
<i>Bombus lucorum</i> (Linnaeus, 1761)	14,63	3
<i>Bombus muscorum</i> (Linnaeus, 1758)	0,81	1
<i>Bombus pascuorum</i> (Scopoli, 1763)	2,44	1
<i>Bombus pratorum</i> (Linnaeus, 1761)	4,07	2
<i>Bombus ruderarius</i> (Müller, 1776)	1,63	1
<i>Bombus soroeensis</i> (Fabricius, 1776)	0,81	1
<i>Bombus sylvarum</i> (Linnaeus, 1761)	2,44	1
<i>Bombus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	10,57	3
<i>Bombus (Psithyrus) barbutellus</i> (Kirby, 1802)	0,81	1
<i>Bombus (Psithyrus) bohemicus</i> Seidl, 1838	9,76	3
<i>Bombus (Psithyrus) vestalis</i> (Geoffroy, 1785)	0,81	1
<i>Nomada emarginata</i> Morawitz, 1877	1,63	1
<i>Andrena hattorfiana</i> (Fabricius, 1775)	13,01	3
<i>Halictus maculatus</i> Smith, 1848	3,25	2
<i>Halictus quadricinctus</i> (Fabricius, 1776)	1,63	1
<i>Halictus seladonius</i> (Fabricius, 1794)	0,81	1
<i>Halictus sexcinctus</i> (Fabricius, 1775)	6,50	3
<i>Halictus tumulorum</i> (Linnaeus, 1758)	2,44	1
<i>Lasioglossum albipes</i> (Fabricius, 1781)	0,81	1
<i>Lasioglossum leucozonium</i> (Schrank, 1781)	0,81	1
<i>Anthidiellum strigatum</i> (Panzer, 1805)	0,81	1
<i>Coelioxys elongata</i> Lepeletier, 1841	0,81	1
<i>Coelioxys rufescens</i> Lepeletier & Audinet-Serville, 1825	0,81	1
<i>Megachile ligniseca</i> (Kirby, 1802)	2,44	1
<i>Megachile versicolor</i> Smith, 1844	0,81	1
<i>Dasypoda altercator</i> (Harris, 1780)	4,07	2

Остальные виды, представленные в составе комплекса, классифицируются как широкие полилекты, то есть неспециализированные антофилы, посещающие цветки и соцветия неопределенно широкого круга энтомофильных растений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Растительный и животный мир [Национального парка «Нарочанский»]. Нарочь, 2023. Код доступа: <https://narochpark.by/o-нас/o-нас/растительный-и-животный-мир>. Дата доступа: 04.01.2024
2. Козловская, Н. В. *Knautia* L. – Короставник / Н. В. Козловская // Определитель высших растений Беларуси. – Минск, 1999. – С. 217.
3. Глухов, М. М. Альбом медоносов / М. М. Глухов. – М.: Изд-во МСХ РСФСР, 1960. – 170 с.
4. DoPI: The Database of Pollinator Interactions. Ecology, e3801 / N. J. Balfour, M. C. Castellanos, D. Goulson, A. Philippides, C. Johnson. Brighton, 2022. Code of access: <https://www.sussex.ac.uk/lifesci/ebe/dopi/>. Date of access: 05.01.2024
5. Длусский, Г. М. Структура коадаптивного комплекса лесных энтомофильных растений с широким кругом опылителей / Г. М. Длусский, Н. В. Лаврова, К. П. Глазунова // Журнал общей биологии. – 2002. – Т. 63, № 2. – С. 122–136.
6. Balfour, N. J. The disproportionate value of ‘weeds’ to pollinators and biodiversity / N. J. Balfour, F. L. Ratnieks // Journal of Applied Ecology. – 2022. – Vol. 59. – P. 1209–1218.
7. Песенко, Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю. А. Песенко. – М.: Наука, 1982. – 288 с.
8. Прищепчик, О. В. Фауна и экология пчелиных (Hymenoptera, Apoidea) Минской возвышенности: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук. – Прилуки, 2000. – 20 с.
9. Лакотко, А. А. Шмели (Apidae, *Bombus*) Белорусского Поозерья / А. А. Лакотко // Биологическое разнообразие Белорусского Поозерья. – Витебск, 2011. – С.197–209.
10. Радченко, В. Г. Биология пчел (Hymenoptera, Apoidea) / В. Г. Радченко, Ю. А. Песенко. – Спб.: Наука, 1994. – 350 с.

*Работа выполнена в рамках НИР «Особенности структуры сообществ опылителей и минеров-филлобионтов лесных экосистем юго-запада Белорусского Поозерья» (№ Госрегистрации 20211658)  
ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда»*

Д.В. Шиман, доц., канд. с.-х. наук;  
Н.С. Белько, маг.;  
И.Ф. Ерошкина, доц., канд. с.-х. наук;  
А.С. Клыш, зав. кафедрой, канд. с.-х. наук;  
М.В. Юшкевич, доц., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **ВЛИЯНИЕ ПЕРВЫХ ПРИЕМОВ РАВНОМЕРНО- ПОСТЕПЕННЫХ РУБОК НА ЖИВОЙ НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ В СОСНЯКАХ ЛОГОЙСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВА**

Сохранение видового разнообразия растительности является одной из основных задач охраны окружающей среды. Видовое богатство фитоценозов не только отражает состояние отдельных природных комплексов, но и определяет перспективы социального и экономического развития целых регионов. Известно, что растительность интегрирует в себе значительную часть неблагоприятных природных и антропогенных воздействий на окружающую среду и является весьма чувствительным биоиндикатором состояния природных экосистем. В свою очередь живой напочвенный покров может быть самым динамичным компонентом лесного насаждения и практически мгновенно отражать влияние на него рубок леса, изменяя при этом свое проективное покрытие и видовое разнообразие.

Изученный опыт проведения рубок главного пользования в Логойском лесничестве показывает, что на постепенных рубках леса, проводимых в сосняках, валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка хлыстов на сортименты производится лесозаготовительной бригадой с бензиномоторными пилами STIHL MS-361 или харвестером Амкодор 2551, вывозка сортиментов – МПТ 461.1, МТПЛ 5-11 или форвардером Амкодор 2661. Транспортировка осуществляется сортименто-возами МАЗ 6303А8 с прицепом или МАЗ 6312.

Изучение видового разнообразия и динамики живого напочвенного покрова после проведения первых приемов равномерно-постепенных рубок с примерно сходными технологиями выполнено в сосняках брусничном, мшистом и черничном.

Флористическое богатство сосняка брусничного до проведения рубки было представлено 19 видами, в том числе по травяно-кустарничковому ярусу 15, а по мохово-лишайниковому – 4. Общее проективное покрытие по ярусам растительности составляло соответственно 71 и 29%. Для напочвенного покрова было характерно значительное участие светолюбивых видов и видов, не требовательных к почвенному плодородию и влажности (*Calluna vulgaris* (L.) Hill.,



*Hieracium pilosella* L., *Melampyrum pratense* L., *Festuca ovina* L., *Pyrola rotundifolia* L.), размещенных чаще всего куртинно. В травяно-кустарничковом ярусе преобладали *Vaccinium vitis-idaea* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Hieracium pilosella* L. и *Melampyrum pratense* L. В составе мохово-лишайникового яруса встречались мхи (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Dicranum polysetum* Hedw. и *Polytrichum juniperinum* Hedw.) и один лишайник (*Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm.). Валка деревьев и движение техники при вывозке заготовленных сортиментов по технологическим коридорам вызвали незначительное повреждение и снижение проективного покрытия по травяно-кустарничковому и мохово-лишайниковому ярусам. Анализ живого напочвенного покрова сосняка брусничного после проведения первого приема равномерно-постепенной рубки показал, что общее проективное покрытие по травяно-кустарничковому ярусу уменьшилось на 12%, т. е. проведенная рубка вызвала некоторое нарушение напочвенного покрова и за 3 года он не смог пока полностью восстановиться. Увеличение освещенности под пологом насаждения и снижение конкуренции за воду и питательные вещества со стороны древесно-кустарниковых пород способствовали восстановлению растительности в основном за счет разрастания светолюбивых видов (*Hieracium pilosella* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Festuca ovina* L.). Отмечено появление 6 новых видов (*Achillea millefolium* L., *Agrostis tenuis* Sibth., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Hypericum perforatum* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult. и *Scleranthus annuus* L.), общее проективное покрытие которых составляет примерно 3%. Восстановление мохово-лишайникового яруса происходит медленнее и, в основном, только за счет *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. Проективное покрытие его через 3 года после первого приема рубки составляет пока 19%.

В сосняке мшистом проективное покрытие по травяно-кустарничковому и мохово-лишайниковому ярусам до проведения равномерно-постепенной рубки было соответственно 48 и 72%. Видовое разнообразие представлено 25 видами. Фон живого напочвенного покрова определяли такие мхи как *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. и *Dicranum polysetum* Hedw. с преобладанием первого, удельный вес которого в сложении яруса составлял около 75%. Отдельными небольшими куртинами встречался *Polytrichum juniperinum* Hedw. Травяно-кустарничковый ярус был выражен слабее и представлен такими видами как *Festuca ovina* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Convallaria majalis* L., *Hieracium murorum* L., *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. и *Vaccinium myrtillus* L. Изреживание древостоя при рубке привело к быстрому восстановлению проективного покрытия живого напочвенного покрова до 46% по травяно-кустарничковому ярусу, а

мохово-лишайниковый восстановился до 63%. Появились новые виды – *Agrostis tenuis* Sibth., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Hypericum perforatum* L., *Knautia arvensis* (L.) Coult. и *Prunella vulgaris* L. Видовое разнообразие живого напочвенного покрова через 3 года после первого приема равномерно-постепенной рубки составляет 30 видов.

В сосняке черничном проективное покрытие по травяно-кустарничковому и мохово-лишайниковому ярусам до проведения рубки было 77 и 45% и представлено 18 и 4 видами, а через 3 года после первого приема равномерно-постепенной рубки восстановилось до 69 и 34% соответственно.

Основными представителями в травяно-кустарничковом ярусе являлись преобладающая *Vaccinium myrtillus* L. (встречаемость 84% и проективное покрытие 53%), *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Convallaria majalis* L., *Deschampsia cespitosa* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. и *Rubus saxatilis* L. Появилось 4 новых вида (*Anthoxanthum odoratum* L., *Carex ericetorum* Poll., *Prunella vulgaris* L. и *Sieglingia decumbens* (L.) Bernh.). Таким образом, видовое разнообразие живого напочвенного покрова через 3 года после первого приема равномерно-постепенной рубки в сосняке черничном представлено 26 видами.

Установленное увеличение средних диаметров и средних высот древостоев, уменьшение относительных полнот до допустимых нормативными документами значений и запасов древостоев свидетельствует о применении в Логойском лесничестве лесоводственно обоснованных нормативов равномерно-постепенных рубок, в т.ч. механизмов, машин и технологий, позволяющих сохранить устойчивость и компонентную структуру сосновых насаждений.

Проведение постепенных рубок с использованием современных технологий оказывает незначительное влияние на видовое разнообразие и сохранность живого напочвенного покрова, для которого отмечено увеличение встречаемости, проективного покрытия и обилия светолюбивых видов, и уменьшение этих показателей для тенелюбивых видов, представляющих обычно подпологовую травянистую растительность. Травяно-кустарничковый ярус восстанавливается после первых приемов равномерно-постепенных рубок значительно быстрее, чем мохово-лишайниковый.

Разнообразие видов живого напочвенного покрова характеризуется динамикой их количества только в травяно-кустарничковом ярусе от 21 в сосняке брусничном до 25 в сосняке мшистом по сравнению с состоянием до рубки 15 и 20 соответственно, а в мохово-лишайниковом видовое богатство представлено только 4 или 5 видами как до первых приемов равномерно-постепенных рубок, так и после их проведения.

Д.В. Шиман, доц., канд. с.-х. наук;  
М.В. Юшкевич, доц., канд. с.-х. наук;  
А.С. Клыш, зав. кафедрой, канд. с.-х. наук;  
О.Г. Бельчина, ассист.  
(БГТУ, г. Минск)

## **АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА НАПРАВЛЕНИЙ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ**

Правила рубок леса в Республике Беларусь (Правила) являются важнейшим, наряду с Положением о порядке лесовосстановления и лесоразведения (Положение), нормативным документом, регулирующим и устанавливающим правила естественного возобновления после проведения сплошнолесосечных (сплошных) рубок главного пользования. В нем нормируется два организационно-технических элемента, влияющих на эффективность возобновления: площадь лесосеки и срок примыкания. Максимально допустимая площадь лесосеки варьируется от 5 га в твердолиственных древостоях до 15 га в мягколиственных. В хвойных она установлена не более 10 га.

Наши исследования, а также данные других ученых из сопредельных стран, показывают, что наибольшая эффективность естественного возобновления сосны отмечается при площади лесосеки до 1–3 га. Достоверно ниже густота возобновления при большей площади. С 2004 по 2008 г. в Правилах действовали более экологически ориентированные нормы максимально допустимой площади лесосек (от 3 до 5 га). На данный момент, особенно с учетом того, что для природоохранных и защитных лесов (бывшая 1-ая группа) была установлена минимальная площадь в 5 га, эти нормы (не более 10–10,5 га) не способствуют возобновлению сосны. С учетом не очень большой средней площади выдела в республике, а также запрета на сплошные рубки главного пользования в природоохранных и защитных лесах, необходимо рассмотреть вопрос о снижении максимальной площади лесосеки в хвойных древостоях до 5–7,5 га. Следовало бы дополнить Правила рекомендациями по очередности рубки лесосек при разделении таксационных выделов с большими площадями (более 10,5 га).

Срок примыкания лесосек, при оставлении их под естественное лесовозобновление, установлен не менее 3-х лет. Как правило, лесохозяйственные учреждения проектируют минимальный срок. Исследованиями установлено, что максимальная густота естественного возобновления сосны фиксируется через 3–5 лет, то есть не во всех случаях минимального срока примыкания будет достаточно для формирования

древостоя с преобладанием хвойных. Также нуждаются в уточнении подходы к срокам примыкания при искусственном лесовосстановлении и при одновременной вырубке соседних выделов.

Сплошные рубки делят на две разновидности: с сохранением подроста и без. Доля последних в настоящее время незначительна и снизилась за последние 10–15 лет в 3–7 раз. Если в 2009–2015 гг. площадь сосновых лесосек с сохраненным подростом составляла 42–75 га, то есть 0,2–0,3 % от всего объема лесовосстановления (что также очень мало), то уже к 2017 году снизилась до 13 га (менее 0,1 %), а в 2020 г. – 3 га (0,01 %). Среди всех пород в начале XXI века доля таких вырубок варьировалась в диапазоне 0,5–0,9 %.

Такое сокращение лесосек с сохранением подроста можно объяснить, в том числе, и изменением нормативной базы (в 2004 году ввели и в 2008 году внесли существенные изменения в Правила рубок леса в Республике Беларусь), в которой установили дифференцированные по сериям типов леса нормы сохранения подроста и необходимость его перевода в условно крупный. Также в 2016 году вступили в действие новые Правила рубок леса. В действовавших до 2004 года Правилах лесозаготовителей обязывали сохранять жизнеспособный подрост и второй ярус густотой не менее 5–7 тыс. шт./га хвойных и 3 тыс. шт./га твердолиственных пород. На снижение доли сплошных рубок с сохранением подроста, кроме того, повлиял и переход на проведение рубок с использованием многооперационных машин (при их применении тяжелее сохранить подрост в сравнении с валкой бензопилами), а также некоторое изменение приоритетов Министерства лесного хозяйства в сторону искусственного лесовосстановления.

В настоящее время явно назрела необходимость изменения подходов к назначению рубок с сохранением подроста, так как на данный момент этот инструмент формирования устойчивых насаждений и сохранения естественного генофонда не работает.

Важной и давно известной мерой содействия естественному возобновлению является оставление семенных деревьев на лесосеке. Исследования доказывают, что минимальное количество семенных деревьев, необходимое для увеличения густоты естественного возобновления хвойных пород, составляет 6–10 шт./га, а при количестве более 11 шт./га лесоводственная эффективность еще выше. Правила обязывают оставлять семенные деревья в количестве 10–20 шт./га, но только если на участке не создаются лесные культуры. При этом до 2018 года предусматривалось оставление семенных деревьев на всех лесосеках после проведения сплошных рубок главного пользования (а не только оставление под естественное возобновление). С учетом то-

го, что около 50 % деревьев при искусственном лесовозобновлении естественного происхождения, отсутствие семенных деревьев особенно на больших по площади лесосеках, где нет других источников семян, может приводить к существенному снижению густоты будущего соснового древостоя и, как следствие, к преобладанию мягколиственных пород в составе. Необходимо отметить, что с 2004 по 2008 год в Правилах количество семенных деревьев было установлено в интервале 15–25 шт./га.

Таким образом, начиная с 2008 года, идет последовательное ухудшение возможностей для качественного естественного возобновления, что можно связать с ориентацией лесохозяйственных учреждений на создание лесных культур вследствие жестко установленных нормативов при выборе направления лесовосстановления.

Оставление семенных деревьев в лесных культурах по сути является методом комбинированного лесовосстановления, что может потребовать внесения изменений в Положение о лесовосстановлении.

В Правилах предусматривается также уход за подростом после проведения рубок с сохранением подроста, заключающийся «в освобождении его от травы и подлеска». Необходима некоторая корректировка данной меры содействия в части удаления не только подлеска, но и подроста мягколиственных пород в случае, если он заглушает подрост и самосев главных пород, а также при необходимости возврата норм об уходе за подростом твердолиственных пород. Правила рубок леса в целом нормируют ряд важнейших методов естественного возобновления леса и мероприятий по содействию, но не способствуют высокой лесоводственной эффективности данного процесса. С 2008 года прослеживается последовательное ограничение возможностей по формированию устойчивых древостоев естественного происхождения и сохранению местного генофонда древесных пород.

В 2016 году утверждено Положение о порядке лесовосстановления и лесоразведения (далее Положение), устанавливающее порядок проведения лесовосстановления и лесоразведения, требования по уходу за лесными насаждениями, порядок и требования ввода лесных насаждений в категорию ценных и др.

Обращает на себя внимание несогласованность методов естественного возобновления лесов в главах 1 и 2 Положения: в первом случае их указано 4, а во втором – только 2. Причем первые 2 метода не относятся к рассматриваемому Положению, так как являются результатом проводимых рубок леса. Нет никаких разъяснений для методов естественного возобновления, заключающихся в сохранении подроста при проведении сплошнолесосечных рубок и обеспечении

возобновления лесов в результате применения несплошных рубок главного пользования и рубок обновления. Детальный порядок естественного возобновления лесов приведен в главе 2 Положения только для двух последних методов естественного возобновления.

Метод естественного возобновления без мер содействия противоречит Правилам рубок, поскольку не привязывает количество жизнеспособных лесных растений деревьев главных пород к сериям типов леса и минимальному количеству подроста для проведения рубок с его сохранением. Кроме того, Правила рассматривают густоту условно крупного подроста. Также рассматриваемый метод естественного возобновления не учитывает необходимость отнесения дуба и ели на бедных почвах (в сериях типов леса лишайниковая, вересковая, брусничная и мшистая) к подлеску.

Для второго метода естественного возобновления леса (проведение мер содействия) не указана густота подроста (или его отсутствие), при которой он может назначаться, а также не рассматриваются условия, при которых данный метод будет эффективным (наличие источников семян – семенные деревья на вырубках, достаточное количество семеносящих деревьев главных пород в стенах леса).

После проведения мер содействия в течение трех лет должно появиться новое поколение леса определенной характеристики (не менее 4 тыс. шт. высотой 1,0 м и более с небольшой долей главных пород).

Данные условия не учитывают фактическую высоту главных пород (от 0,1 до 0,3–0,4 м) по сравнению с второстепенными, высота которых может превышать ее в несколько раз, что с учетом минимальной густоты главных пород (от 1200 шт./га для хвойных и от 800 шт./га для твердолиственных) приведет к неизбежному ее снижению и формированию древостоев с преобладанием мягколиственных пород.

Также вызывает сомнение возможность минерализации почвы под пологом леса не менее 20 % от площади участка.

Документ не разъясняет критерии «нецелесообразности использования естественного возобновления лесов» при назначении искусственного лесовосстановления, что вместе с отсутствием в Положении условий применения мер содействия естественному возобновлению приводит к ограничениям в проектировании работниками лесного хозяйства данного метода. Поэтому, как правило, они проектируют искусственное лесовосстановление.

Таким образом, рассмотренные документы способствуют формированию лесным хозяйством новых поколений лесов преимущественно искусственного происхождения.

Е.А. Шульга, преп.-стажер;  
И.В. Толкач, доц., канд. с.-х. наук;  
С.С. Цай, ст. преп., канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАСАЖДЕНИЙ ПО МАТЕРИАЛАМ АЭРО- И ЛИДАРНОЙ СЪЕМОК С БЛА**

Целью выполнения исследования является изучение и разработка методов обработки материалов лазерного сканирования покрытых лесом земель для оценки таксационных показателей лесов с использованием материалов лидарной съемки.

Существующие лазерные сканеры и соответствующие технологии разделяют на приборы наземного лазерного сканирования, мобильного лазерного сканирования и воздушного лазерного сканирования.

Наземное лазерное сканирование производится с наземных объектов или с земли с необходимостью перестановки прибора. Используются такие сканеры как VZ-400, Z+F Imager 5006, Faro Focus 3D. Недостатки наземного лазерного сканирования: в силу того, что сканер может делать измерения только на тех объектах с которыми у него есть прямая видимость некоторые объекты невозможно полностью отсканировать, даже пройдя вокруг него станциями установки прибора; погодные условия и факторы окружающей среды могут воспрепятствовать проведению съемки либо ухудшить результаты сканирования; также недостатком метода можно считать низкую производительность относительно других видов лидарной съемки [1].

Мобильное лазерное сканирование производится в непрерывном режиме с наземного или водного носителя. Данный метод идеально подходит для сканирования городских территорий и дорог. Используются такие сканеры как EGL VMX250, VMX450. К недостаткам этого способа можно отнести невозможность съемки крыш объектов и ограничивающие съемку элементы (заборы и кусты).

Воздушное лазерное сканирование представляет собой метод активного дистанционного зондирования, обеспечивающий получение трехмерных данных о пологе древостоя с высокой точностью, эффективностью и оперативностью. Результатом сканирования является облако точек с координатами, привязанными к местности. Новейшими аппаратными средствами для этих целей являются Leica Terrain Mapper, Optech ALTM Pegasus и AlphaAir 450 [2].

Среди воздушных носителей лазерного оборудования самым удобными и экономичными считаются беспилотные летательные аппа-

раты. Применение БЛА позволяет дистанционно, без участия человека и без подвергания его опасности, проводить мониторинг ситуации на достаточно больших территориях в труднодоступных районах. Мощный толчок к развитию лазерного сканирования с беспилотников определило создание лазерных сканеров небольшого веса от 1,5 до 3 кг. Дополнительно дроны оснащаются фото-, мультиспектральными камерами, компактными тепловизорами и гиперспектральными сканерами. Для получения данных лазерного сканирования в ходе нашего исследования был выбран лазерный сканер AlphaAir 450. Лидар является одним из самых легких в своем классе, его масса позволяет использовать его с любыми промышленными БЛА. В нашем случае лазерный сканер AlphaAir 450 был установлен на квадрокоптере Matrice 300 RTK на 3-осевом стабилизированном подвесе. В качестве программного обеспечения для обработки данных лазерного сканирования использована географическая информационная система SAGA (System for Automated Geo-Scientific Analysis), являющаяся свободно-распространяемым программным обеспечением (ПО) с открытым исходным кодом, и обеспечивающая возможность редактировать, визуализировать и анализировать облако точек.

Для подбора объектов исследования проведен анализ выделенной и картографических баз данных. В результате были отобраны компактно расположенные участки сосны, ели, пихты, березы и ольхи черной. Для оценки основных таксационных показателей на территории отобранных выделов Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза были заложены 9 пробных площадей.

На каждой пробной площади произведен обмер учетных деревьев. У каждого дерева измерены диаметры на высоте груди ( $d_m$ ), высота дерева ( $h$ ), диаметр кроны ( $d_k$ ), высота до наибольшего диаметра кроны ( $h_{dk}$ ), высота до начала кроны ( $h_{нк}$ ), протяжённость кроны ( $l_k$ ), а также определены густота, вертикальная и горизонтальная формы крон. В ходе исследования было проведено лазерное сканирование части лесов Негорельского учебно-опытного лесхоза. Сканирование выполнено с высоты 100 м, в 38, 39, 46 и 47 кварталах Центрального лесничества Негорельского учебно-опытного лесхоза, общей площадью 50 га. Для получения таксационных показателей насаждений по материалам лазерного сканирования построена цифровая модель высот деревьев. Первичный анализ данных лазерного сканирования показал, что плотность составила 326 точек на 1 м<sup>2</sup>. На первом этапе обработки данных лазерного сканирования произведен случайный отбор, после чего средняя плотность облака точек уменьшилась в 14 раз и составила 23 точки на 1 м<sup>2</sup>. Данной плотности достаточно для проведения исследования [3].



На втором этапе исключены точки маршрута, не содержащие информацию о цвете, путем выборки пустых значений в поле «Color» и удалены имеющиеся шумы и выбросы точек, посредством селектирования точек, имеющих высоты, значительно отличающиеся от средних высот поверхности земли и полога древостоя. Оставшиеся точки классифицировались по поверхности земли и после дополнительного удаления выбросов и шумов формировалась точечная векторная цифровая модель рельефа участка.

На следующем этапе векторная цифровая модель рельефа преобразовалась в растровый формат. Растровая поверхность рельефа формировалась с размером ячеек  $5,0 \times 5,0$  м на основании средних значений высот точек. Формирование цифровой растровой модели поверхности полога древостоя производилось аналогичным способом, однако с размером ячеек  $0,3 \times 0,3$  м и в качестве значения принималось максимальное [3]. Из-за неравномерной плотности облака точек, полученные растры имели незаполненные участки. Образовавшиеся пустоты заполнены методом интерполяции высот в соседних ячейках. На завершающем этапе выполнен расчёт раstra цифровой модели высот деревьев, как разность цифровой модели полога древостоя и цифровой модели рельефа, с использованием калькулятора растров.

На всех пробных площадях выполнен регрессионный анализ, отображающий связь между показателями. В ходе исследования апробированы различные функции: линейная, параболические функции 2-го и 3-го порядков. При моделировании связей между фактическими высотами деревьев и высотами, полученными по данным лазерного сканирования, а также между диаметрами кроны в полевых условиях и по данным лазерного сканирования наилучшие результаты показывает линейная функция. Полученные уравнения значимы по коэффициенту Фишера. Все параметры приведенных уравнений весомы по *t* критерию. Коэффициент детерминации для линейного уравнения связи высот варьирует от 80,16 до 99,70%. Стандартная ошибка изменяется от 0,23 до 0,88 м. Для линейного уравнения связи диаметров кроны деревьев коэффициент детерминации изменяется в диапазоне от 87,96 до 99,51%. Стандартная ошибка меняется от 0,10 до 0,32 м.

На завершающем этапе для измеренных показателей и показателей по данным лазерного сканирования выполнен статистический анализ отклонений опытных, полученных по данным лазерного сканирования, и измеренных значений высот и диаметров кроны деревьев. Как показал анализ отклонений высот деревьев по данным лазерного сканирования на всех ПП: минимальная ошибка измерений составляет до  $-2,4$  м; максимальная  $-2,50$  м. Для диаметров кроны минимальная ошибка измерений до  $-1,50$  м; максимальная  $-$  до  $0,80$  м. В целом

наблюдается некоторое занижение высот деревьев и размеров крон по данным лазерного сканирования.

Средние значения высот и диаметров крон деревьев отличаются от истинных до 0,78 и 0,42 м соответственно. Для целей лесоустройства определяются средние таксационные показатели, ошибка определения по данным лазерного сканирования незначительна.

В результате проведенного исследования можно сделать следующие выводы: 1) материалы лазерного сканирования можно эффективно использовать для оценки высот и размеров крон деревьев; 2) плотность облака точек 326 точек на 1 м<sup>2</sup> избыточно для формирования цифровой модели высот и может быть снижено до 50–100 точек на 1 м<sup>2</sup>. Снижение количества точек лидарной съемки обеспечивает более высокую скорость обработки данных и получение достаточно точных значений высот и диаметров крон деревьев; 3) при выполнении лазерного сканирования высоту съемки целесообразно увеличить до 250–300 м, что позволит снизить плотность точек и увеличить площадь съемки за один полет; 4) регрессионные уравнения связи характеризуются высоким коэффициентом детерминации: для высот – от 80,16 до 99,70%, для диаметров крон – от 87,96 до 99,51%, и невысокой стандартной ошибкой: для высот – от 0,23 до 0,88 м, для диаметров крон деревьев – от 0,10 до 0,32 м; 5) минимальная ошибка измерений высот по данным лазерного сканирования варьирует от –2,40 до –1,10 м, максимальная – от 0,00 до 2,50 м. Для диаметров крон деревьев минимальная ошибка измерений по данным лазерного сканирования составила от –1,50 до –0,40 м, максимальная – от 0,10 до 0,80 м; 6) высоты и диаметры крон деревьев могут быть получены с высокой точностью на основе регрессионных моделей связи с показателями, измеренными на цифровой растровой модели высот деревьев по апробированной в данном исследовании методике на основе данных лазерного сканирования, а также определенными в натуре.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Руденко Ю.М., Богданец Е.С. Актуальность лидарной съемки на данном этапе развития лазерного сканирования // Технические науки – от теории к практике: сб. ст. по матер. LVIII междунар. науч.-практ. конф. № 5(53). Часть I. – Новосибирск: СибАК, 2016. – С. 20-29.

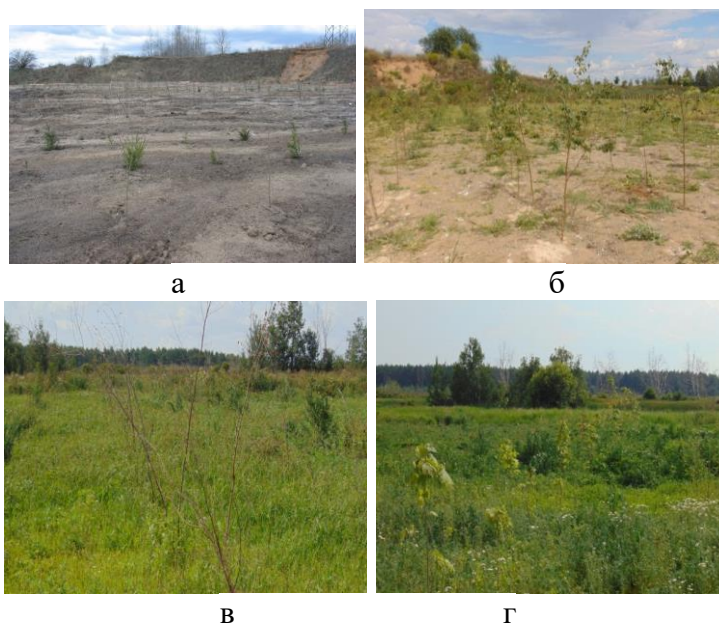
2. Медведев Е.М., Григорьев А.В. С лазерным сканированием на вечные времена // Геопрофи. 2003. №1. С. 5–10.

3. Шульга Е. А. Построение цифровой модели высот по данным лазерного сканирования // Сб. науч. работ 74-й науч.-техн. конф. учащихся, студентов и магистрантов, Минск. 17–22 апр. 2023. С. 22–24.

А.В. Юрения, доц., канд. с.-х. наук;  
Н.И. Якимов, доц., канд. с.-х. наук;  
Е.Г. Юрения, ст. преп.  
(БГТУ, г. Минск)

**ДИНАМИКА АКТУАЛЬНОЙ КИСЛОТНОСТИ И  
ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПОЧВОГРУНТОВ ПРИ  
ВЫРАЩИВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ КУЛЬТУР НА  
ТЕРРИТОРИИ ИЛОВОГО ПРУДА УП «МИНСКВОДОКАНАЛ»**

На поверхность илового пруда для улучшения почвенно-грунтовых условий и создания твердого основания был нанесен песок из песколовок слоем около 1 м. При проведении исследований динамики химических свойств почвогрунтов проводилось определение влияния травянистой растительности, которая активно в первый год создания экспериментальных культур на большинстве территории имела 100%-е покрытие. Однако не на всем опытном участке (рисунок 1) отмечалось одинаковое развитие травянистой растительности.



**Рисунок 1 – Проективное покрытие травянистой растительностью  
(2019 г. а – весна; б – июнь; в, г – июль)**

Изначально на участке (рисунок 1а) травянистая растительность отсутствовала, а к июню она частично покрывала почвогрунт (рисунок 1 б), этому частично способствовала древесная растительность, создавая в верхнем слое полезную микрофлору для развития корневых систем. В июле травянистая растительность на определенных площадях (рисунок 1 в и г) имела 100%-е покрытие, где позволяли почвенно-грунтовые условия, особенно по химическому составу ионов в

почвогрунте и его кислотности.

Однако на участке были отмечены площадки (рисунок 2), где к июлю проективное покрытие травянистой растительностью было очень низким и составляло не более 5–10%. Эти площадки не имели какой-либо закономерности в расположении по участку.



**Рисунок 2 – Площадки с высоким и низким проективным покрытием травянистой растительностью**

В первый год выращивания на этих площадках были отобраны образцы грунта и установлено достоверная разница по величине электропроводности субстрата (таблица), которая имела значительно более высокие показатели на площадках с низким травянистым покрытием.

По результатам измерений она составила в среднем 192,9 мкСим/см, тогда как на площадках с высоким травянистым покрытием – 129,1 мкСим/см. Аналогично отмечается достоверная разница по величине рН на таких участках: на площадках с низким травянистым покрытием она составила 7,07, а на площадках с высоким травянистым покрытием – 6,15. Результаты сохранности экспериментальных культур осенью 2019 года на этих площадках также показывают значительные различия.

**Таблица – Изменение почвенно-грунтовых условий илового пруда по величине электропроводности и реакции среды**

Показатели	Степень проективного покрытия травянистой растительностью по годам			
	100%		10%	
	2019	2020	2019	2020
Сохранность древесных видов, %	57,4	44,2	23,0	10,8
Электропроводность, мкСим/см	129,1	84,2	192,9	133,8
Реакция среды почвогрунта, рН	6,15	6,08	7,07	6,97

Количество сохранившихся деревьев березы и клена, высаженных на площадках, где в последствии наблюдалось низкое травянистое покрытие почвогрунта в 2,5–4 раза меньше, чем на площадках,

где наблюдалось высокое травянистое покрытие.

Весной 2020 и 2021 года на участке экспериментальных культур было проведено дополнение породами, имеющими наибольшую сохранность в предыдущий год, в том числе использованы были сеянцы березы с закрытой корневой системой.

За этот период в верхней части почвогрунта активно развивалась бактериальная микрофлора, которая активно поглощала и усваивала большое количество ионов почвогрунте. Её развитию способствовала активно продуцирующая травянистая растительность, которая за счет ежегодного опада и выделения корневыми системами органических веществ в почвогрунт, обеспечивала микрофлору органическим питанием. Это способствовало снижению в верхней части почвогрунта повышенного содержания подвижных ионов солей. Также на снижение электропроводности почвогрунта оказывали влияние и осадки, который в рыхлом грунте вымывали значительное количество солей в нижние слои.

При определении электропроводности верхнего слоя почвогрунта в 2020 году на площадках с низким травянистым покрытием она составила в среднем 133,8 мкСим/см, а на площадках с высоким травянистым покрытием – 84,2 мкСим/см. Результаты измерения величины рН не показали таких значительных различий по сравнению с 2019 годом: на площадках с низким травянистым покрытием она составила в среднем 6,08, а на площадках с высоким травянистым покрытием – 6,97.

Результаты сохранности опытных культур осенью 2020 и 2021 года на этих площадках также показывают значительные различия. Количество сохранившихся деревьев березы и клена, где впоследствии наблюдалось низкое травянистое покрытие почвогрунта, в 3–4 раза меньше, чем на площадках, с высоким травянистым покрытием. Некоторый отпад растений наблюдался и в эти годы, в том числе растений, высаженных с закрытой корневой системой.

В результате исследования установлено, что динамика электропроводности и кислотности почвогрунтов довольно высока и имеет значительную пестроту по участку. Древесные растения и травянистый покров способствуют улучшению условий произрастания и развитию почвенной микрофлоры.

Поэтому песок из песковых площадок, который наносится на поверхность илового пруда для последующей посадки древесных растений, следует проверять на электропроводность и реакцию среды.

М.В. Юшкевич, доц., канд. с.-х. наук;  
А.С. Клыш, зав. кафедрой, канд. с.-х. наук;  
Д.В. Шиман, доц., канд. с.-х. наук;  
О.Г. Бельчина, ассист.  
(БГТУ, г. Минск)

## **ДИНАМИКА ПРИМЕНЯЕМЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВОСТОЕВ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ**

Сейчас достаточно активно исследуются различные подходы к выбору более эффективных методов формирования древостоев естественного происхождения после рубок главного пользования. Применяемые для формирования устойчивых древостоев естественного и комбинированного происхождения с преобладанием главных древесных пород методы/мероприятия (до ввода лесных насаждений в категорию ценных) можно классифицировать по системам рубок главного пользования в зависимости от категории возобновления в связи с рубками и того обстоятельства, проводятся они как самостоятельное мероприятие или в процессе рубок леса (сопутствуют рубкам).

Одни могут применяться при проведении только отдельных видов рубок главного пользования (сплошнолесосечных, постепенных, выборочных), другие – для любых систем рубок главного пользования. Также данные мероприятия могут выполняться на этапах предварительного, сопутствующего и последующего возобновления леса. Кроме того, их можно разделить на активные (выполняются как самостоятельные мероприятия) и пассивные (проводятся в процессе рубок).

Согласно лесоводственным подходам формирование древостоев естественного и комбинированного происхождения после проведения сплошнолесосечных рубок главного пользования может осуществляться путем применения следующих мероприятий (методов):

- минерализация (механическая обработка) почвы;
- посев семян или посадка посадочного материала главных древесных пород густотой не более 40 % (ранее не более 25 %) от минимальной густоты лесных культур;
- посев семян или посадка посадочного материала главных древесных пород густотой более 40 % (ранее более 25 %) от минимальной густоты лесных культур, но не более ее, т.е. частичные лесные культуры;
- огораживание лесосек или вырубков для защиты появляющегося самосева и подроста от повреждения и угнетения;

- защита подроста от повреждения и уничтожения животными путем нанесения репеллента;
- сохранение подроста главных древесных пород, сформировавшегося в процессе предварительного возобновления;
- оставление на лесосеке семенных деревьев;
- удаление подроста мягколиственных древесных пород, подлеска, травянистых растений, которые конкурируют с молодым поколением главных пород (осуществляется в процессе проведения рубок осветления и прочисток, а также агротехнического ухода);
- ручная оправка подроста и самосева после проведения рубки (чаще совмещается с очисткой лесосек);
- вырубка поврежденного подроста твердолиственных древесных пород (прежде всего дуба, реже ясеня, клена, ильмовых) и липы;
- защита подроста и самосева хвойных пород от пожаров.

Организационно-технические элементы сплошнолесосечных рубок направлены на содействие естественному возобновлению: площадь лесосеки, срок примыкания лесосек, технологические особенности проведения лесозаготовительных работ в целом и отдельных операций (валка деревьев и трелевка заготовленной древесины, позволяющие сохранить самосев и подрост, сезон рубки, применение подвозки и др.), способ очистки лесосеки.

Значительную роль в естественном возобновлении играют стены леса как источники семян. В связи с этим возможно регулирование состава древостоя в прилегающей к лесосеке полосе леса.

Некоторые ученые (Мелехов И.С. и др.) допускают применение корчевки пней в качестве мероприятия, способствующего естественному возобновлению. Кроме того, древостои естественного происхождения могут формироваться без применения каких-либо мероприятий по содействию (иногда данный метод называют естественным лесозаращиванием).

Наибольшее распространение в лесохозяйственной практике Беларуси получил метод естественного возобновления, связанный с проведением минерализации почвы, и комбинированного возобновления путем посева семян или посадки древесных растений густотой не более 40 % (ранее не более 25 %) от густоты сплошных лесных культур, а также оставление вырубок для естественного возобновления без мер содействия.

При данных методах, описанных в Положении о порядке лесовосстановления и лесоразведения (далее – Положение), могут оставаться или не оставаться семенные деревья (порядок описан в Правилах рубок леса в Республике Беларусь (далее – Правила). Остальные

получили незначительное распространение или вообще не применяются.

Необходимо отметить некоторую разобщенность Правил и Положения в части отсутствия единых подходов в отношении естественного и комбинированного лесовозобновления – нарушается важнейший лесоводственный принцип проведения рубок главного пользования – единство 2-х их основных задач – восстановления леса и заготовки древесины. Например, в Положении не рассматривается такое мероприятие как оставление семенных деревьев и, в целом, источники семян. Однако при недостаточном количестве семян от стен леса или семенных деревьев минерализация почвы будет абсолютно не эффективна. Лесовод еще до проведения рубки (на стадии отвода лесосеки) должен предварительно выбрать направление и методы лесовосстановления. Также в Положении закреплен очевидный приоритет искусственного лесовосстановления перед естественным.

Объемы лесовосстановительных мероприятий за последние 5–7 лет выросли в 1,7–1,8 раза. Связано это с увеличением доли спелых и перестойных лесов и, как следствие, с ростом объемов рубок главного пользования. При этом доля искусственного лесовосстановления в основном варьировалась в интервале 50–60 %.

Рост площадей лесных культур до 62–65 % в 2003–2010 гг. и с 2017 г. по настоящее время связан с дополнительным объемом лесовосстановления на вырубках после сплошных санитарных рубок сосняков в связи с их усыханием в результате значительного увеличения численности вершинного короеда, гибелью древостоев от ураганных ветров и усыхания ельников, увеличением расчетной лесосеки рубок главного пользования.

Объемы естественного возобновления оставались относительно стабильными по 2017 год, а последние 5 лет наблюдается рост более чем на 80 %. При этом его доля в лесовосстановлении впервые в 21 веке превысила 50 %.

Причиной данного роста является значительное увеличение площадей рубок главного пользования при достаточно высоких объемах сплошных санитарных рубок, на которых в первую очередь необходимо создание лесных культур, а естественное возобновление ограничено.

Рост площадей естественного возобновления происходит прежде всего за счет значительного (в 2,5–3 раза) увеличения площадей, оставляемых под естественное возобновление без мер содействия. Причем основной резкий рост отмечен после 2017 года.



Площади с проведенными мероприятиями по содействию естественному возобновлению также выросли, но не так значительно (в 1,6 раза после 2017 года). В 2022 году зафиксирован даже откат на прежние объемы (около 6–7 тыс. га).

Динамика лесовосстановления сосны имеет схожие тенденции, при этом есть ряд отличий:

- несколько больший рост объемов за последние 6–7 лет;
- большая доля искусственного лесовосстановления (70–80 %), лишь в последние 2 года снизившаяся до 66 %;
- превышение площадей с мероприятиями по содействию над естественным возобновлением без содействия (кроме 2022 года);
- рост площадей без мероприятий по содействию за последние 6–7 лет более чем в 5 раз, а площадей с мерами содействия за этот же период в 2,5 раза.

Такую динамику можно объяснить не только ростом объемов рубок главного пользования, но и попытками сохранить и увеличить долю сосновой формации, которая снижалась последние 40 лет и снижается в настоящее время. При этом происходило это, прежде всего, за счет искусственного лесовосстановления, так как в наиболее оптимальных условиях для возобновления сосны преимущественно создают лесные культуры.

Доля сосны в лесных культурах в последние 6 лет выросла на 5–10 процентных пунктов (до 70–75 %). В то же время в естественном возобновлении рост составил 3–5 процентных пункта.

Следует с сожалением констатировать, что предпринимаемых мер будет недостаточно для поддержания доли сосновой формации на текущем уровне (48,6 %) и она продолжит снижаться.

Таким образом, анализ применяемых методов формирования устойчивых древостоев естественного и комбинированного происхождения после проведения сплошнолесосечных рубок главного пользования показал, что наибольшее распространение получило возобновление без мер содействия (от 21 до 42 % за последние 20 лет).

В целом, доля естественного возобновления варьировалась от 34 до 51 %. Среди мероприятий по содействию в основном применялась минерализация (механическая обработка) почвы и посев/посадка главных древесных пород густотой не более 40 % (ранее не более 25 %) от минимальной густоты сплошных лесных культур.

В последние 5–7 лет отмечается существенный рост объемов естественного возобновления, несколько превышающий искусственное. При этом площади, где планируется возобновление сосны, увеличиваются быстрее.

М.В. Юшкевич, доц., канд. с.-х. наук;  
Д.В. Шиман, доц., канд. с.-х. наук;  
А.С. Клыш, зав. кафедрой, канд. с.-х. наук  
(БГТУ, г. Минск)

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ОПТИМИЗАЦИИ МЕТОДОВ  
ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ДРЕВОСТОЕВ  
ЕСТЕСТВЕННОГО И КОМБИНИРОВАННОГО  
ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПОСЛЕ СПЛОШНОЛЕСОСЕЧНЫХ  
РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

Правила рубок леса в Республике Беларусь (Правила) и Положение о порядке лесовосстановления и лесоразведения (Положение) – важнейшие нормативные документы, регулирующие методы формирования устойчивых древостоев естественного и комбинированного происхождения после сплошнолесосечных рубок главного пользования. В отдельных пунктах этих нормативных документов отсутствуют единые подходы к естественному и комбинированному лесовозобновлению. Поэтому для усиления роли данных направлений в лесовосстановлении необходимо или существенно доработать вышеуказанные документы, или разработать новый нормативный документ.

На основании наших исследований можно рекомендовать в Правилах снизить максимальную площадь лесосеки в хвойных древостоях до 3–5 га и привести в соответствие данный норматив для природоохранных и защитных лесов. Также целесообразно увеличить минимальный срок примыкания лесосек при оставлении их под естественное лесовозобновление до 4–5 лет.

С учетом не очень большой средней площади выдела в республике Пункт 22 Правил «Таксационные выделы, площадь которых не более чем на 0,5 гектара превышает максимально допустимую площадь лесосеки, установленную в основных организационно-технических элементах рубок главного пользования согласно Приложению 2, проектируются для проведения сплошнолесосечной рубки главного пользования целиком» следует исключить.

Следует дополнить Правила рекомендациями по очередности рубки лесосек при разделении таксационных выделов с большими площадями. Это позволит сохранить ветроустойчивость оставляемой части выдела и обеспечит лесосеку семенами главных пород при их наличии. Нуждаются в уточнении подходы к срокам примыкания при искусственном лесовосстановлении и при одновременной вырубке соседних выделов:

– срок примыкания лесосек при искусственном лесовосстанов-

лении устанавливается не менее 1 года;

– запрещается одновременная вырубка соседних выделов в один год, если их общая площадь превышает максимально допустимую площадь лесосеки, установленную в основных организационно-технических элементах рубок главного пользования согласно Приложению 2.

С лесоводственной точки зрения отсутствует необходимость на разделение сплошнолесосечных рубок на разновидности с сохранением подроста и без сохранения подроста (пункт 23 Правил), т.е. подрост главных пород необходимо сохранять при любом его количестве. Однако с учетом возрастания трудозатрат при сохранении подроста (особенно при большом его количестве) и отсутствия дифференцированных по густоте норм выработки при лесозаготовках, можно проводить рубки с сохранением подроста без учета его группировки по высоте (без перевода в условно крупный). Поэтому часть 1 пункта 24 Правил и Приложение 3 к Правилам можно изложить в следующей редакции: «Количество подроста деревьев главных породы, при котором проводятся сплошнолесосечные рубки главного пользования с сохранением подроста, а также окончательные приемы постепенных рубок главного пользования, должно соответствовать минимальному количеству подроста деревьев главных пород согласно приложению 3. Количество подроста деревьев главных пород на участке лесного фонда определяется исходя из суммарного количества всех главных пород соответствующей серии типов леса согласно приложению 3». Примечания 1 и 2 к Приложению 3 Правил необходимо исключить.

При площади вырубок более 1 гектара, а также при отсутствии источников семян в виде семеносящих деревьев главных пород в стенах леса, только оставляемые семенные деревья положительно влияют на успешность естественного возобновления. Поэтому пункт 25 Правил необходимо изложить в следующей редакции: «В целях естественного возобновления леса на участках лесного фонда, на которых проведена сплошная рубка главного пользования, должны быть оставлены семенные деревья хвойных пород в количестве от 15 до 30 штук включительно на 1 гектар, равномерно расположенные по всей площади вырубки и (или) семенные группы деревьев в количестве 4–5 штук на 1 гектар, при этом в группе должно быть от трех до пяти деревьев».

При площади вырубок до 1 гектара включительно и при наличии семеносящих деревьев главных пород в прилегающих стенах леса оставление семенных деревьев не обязательно.

Также необходимо разграничить нормы об оставлении семен-

ных деревьев и деревьев, способствующих формированию смешанных древостоев, не включая в последние породы, участвующие в естественном возобновлении. Оставление таких деревьев в количестве менее 5 шт./га не способствует формированию смешанного по составу и тем более сложного древостоя.

С учетом изменений в пункте 25 Правил, а также для повышения эффективности естественного возобновления пункт 27 Правил целесообразно изменить. Также целесообразна корректировка пункта 28 Правил.

Для сохранения естественно возобновившихся деревьев главных пород в Приложении 4 к Правилам «Нормативы рубок ухода за лесами» в группах насаждений «Смешанные с примесью другой группы пород более 2 единиц в составе» и «Сложные» снизить повторяемость осветлений в хвойных древостоях до 2–3 лет.

Отдельные пункты Положения о порядке лесовосстановления и лесоразведения также необходимо переработать.

В пункте 5 Положения первые 2 метода («сохранение жизнеспособного подростка главных пород при проведении сплошнолесосечных рубок главного пользования» и «обеспечение возобновления лесов в результате применения несплошных (постепенных и выборочных) рубок главного пользования и рубок обновления») не относятся к Положению, так как являются неотъемлемой частью проводимых рубок леса, нормируются Правилами рубок и, соответственно, не могут являться методами естественного возобновления лесов. Поэтому можно рекомендовать в Положении пункт 5 изложить в следующей редакции: «Методами естественного возобновления лесов являются:

- естественное возобновление лесов на не покрытых лесом землях без проведения мер содействия (далее – естественное возобновление без мер содействия);

- проведение мер содействия естественному возобновлению лесов путем механической обработки почвы (минерализации) и (или) огораживания лесосек и вырубок».

Часть 1 пункта 15 и части 1 и 2 пункта 16 Положения противоречат Правилам рубок, поскольку не привязывает количество жизнеспособных лесных растений деревьев главных пород к сериям типов леса и минимальному количеству подростка для проведения рубок с его сохранением, также не предусматривается применение данных методов при меньшем количестве или отсутствии подростка главных пород и небольшой (до 1 гектара) площади вырубок.

Для метода естественного возобновления леса с проведением мер содействия необходимо указать максимальную густоту подростка

главных пород, при которой он может назначаться (например, не более 500–1000 шт./га), а также условия, при которых данный метод будет эффективным (наличие достаточного количества семеносящих деревьев главных пород в стенах леса, семенных деревьев на вырубках).

В Положении установлено, что после проведения мер содействия в течение трех лет должно появиться новое поколение леса в количестве не менее 4 тыс. шт. растений со средней высотой 1,0 м и более с долей участия деревьев главной породы в составе хвойных лесных насаждений не менее трех десятых, а для твердолиственных лесных насаждений – не менее двух десятых состава. Целесообразно учитывать только фактическую высоту главных пород (например, до 0,5 м), а также увеличить срок возобновления до 5 лет и долю участия главных пород в составах формируемых древостоев соответственно до 5/10 и 4/10. Следует конкретизировать долю площади выдела, на которой проводится минерализация почвы, уточнив минимальные и установив максимальные значения (например, обработанная поверхность почвы на не покрытых лесами землях должна составлять от 25 до 40–45 %, а под пологом леса – от 10–15 до 20–25 % площади участка).

При проведении мер содействия естественному возобновлению лесов путем посева в обработанную почву семян деревьев главных пород и (или) посадки главных древесных пород необходимо указать способы обработки почвы (например, площадками, бороздами и др.), так как при наиболее часто применяемых способах будут повреждаться жизнеспособные лесные растения деревьев главных пород.

Для создания частичных лесных культур путем посева в обработанную почву семян деревьев главных пород и (или) посадки главных древесных пород установлен минимальный норматив (густота их создания в пересчете на один гектар должна быть более 40 % от норматива). Необходимо установить максимальный норматив густоты (например, не должна превышать 75–80 % от нормативов минимальной густоты создаваемых сплошных лесных культур).

В пункте 20 Положения следует разъяснить критерии «нецелесообразности использования естественного возобновления лесов», например, при отсутствии достаточного количества семеносящих деревьев главных пород в стенах леса, семенных деревьев на вырубках; указать серии типов леса, площадь возобновляемых участков и др.

В главе 7 Положения при вводе лесных насаждений в категорию ценных лесных насаждений нужно увеличить долю участия главных пород в составе хвойных лесных насаждений до не менее 5/10 состава, для твердолиственных лесных насаждений – не менее 4/10.

## **СОХРАННОСТЬ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР РАЗЛИЧНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ В УСЛОВИЯХ СВЕЖЕЙ СУБОРИ**

Результативность искусственного лесовосстановления во многом определяется правильностью выбора вида лесных культур, метода и способа посадки, а также агротехникой и технологией их создания. Окончательным итогом процесса лесовыращивания является главная рубка насаждений, когда можно в физических единицах и денежном эквиваленте определить полученные результаты. Однако лесоводы на всем протяжении лесовыращивания периодически проводят обследование лесных культур с целью определения успешности их роста и корректировки мероприятий по уходу за лесными культурами. Особенно это актуально для молодых лесных культур на первых этапах их роста.

Оценку качества лесных культур и мероприятия по уходу за ними необходимо проводить с учетом их возрастных фаз. Фазы роста и развития представляют определенные качественное и количественное состояние лесных культур на протяжении конкретного периода жизни. Основоположниками учения о фазах роста и развития являются профессор Н.П. Кобранов и профессор В.В. Огиевский [1,2].

Самой первой фазой роста и развития лесных культур является фаза приживания (возраст культур 1-3 года). Обусловлена она тем, что после выкопки посадочного материала, его перевозки и посадки на лесокультурной площади растения оказываются в совершенно новой для них экологической обстановке. При этом неизбежны повреждения молодых растений. Сразу после посадки наступает трудный для растений период адаптации к новой среде произрастания. Преодоление этой фазы торможения ростовых процессов происходит после того, когда текущий прирост в высоту станет большим, чем был последний прирост в питомнике.

В фазе приживания большое внимание надо уделять агротехническим уходам и дополнению лесных культур. На этом этапе для контроля качества лесных культур проводится инвентаризация лесных культур на первом и третьем году жизни и определяется их приживаемость.

Фаза индивидуального роста предшествует смыканию лесных культур (возраст 3-10 лет). На этом этапе развития растения не соприкасаются между собою ни корнями, ни кронами, т.е. растут обособле-

но друг от друга. Наблюдается усиленный рост как надземной, так и подземной частей. Длительность данной фазы четко предопределяется густотой посадки. В более густых культурах она короче, ибо они раньше начинают смыкаться кронами. На данном этапе развития первостепенное значение приобретают лесоводственные уходы (осветления), а оценка качества лесных культур проводится путем инвентаризации по переводу культур в покрытые лесом земли (в возрасте 7 лет). При этом наряду со средней высотой определяется их количество на 1 га, т.е. практически анализируется их сохранность.

Фаза смыкания является важнейшей в жизни насаждений (возраст 10-15 лет).

Длительность данной фазы также находится в прямой зависимости от густоты посадки, уменьшаясь во времени с ее увеличением. Смыкание культур кронами происходит в два этапа: сначала в рядах, затем между рядами. Началом фазы следует считать уменьшение прироста по высоте и диаметру, а окончанием – увеличение показателей роста по диаметру и высоте. В этом возрасте большое значение имеет лесоводственный уход (прочистки).

Фаза чащи характеризуется полным смыканием искусственных молодняков и началом отмирания нижних сучьев (возраст 15-20 лет). У деревьев начинается формирование кроны и создается напряженность, порождаемая внутривидовой борьбой. В этот период большое значение должно уделяться рубкам ухода по регулированию густоты стояния лесных культур.

На более поздних этапах своего формирования искусственные насаждения последовательно проходят фазу жердняка, фазу формирования стволов, фазу приспевания, фазу спелости и фазу распада.

Учитывая, что фаза чащи является наиболее критичной в общем цикле развития насаждений, нами было проведено обследование 17-летних чистых по составу лесных культур основных лесообразующих пород. В качестве основного показателя анализировалось сохранность культур, которая наряду с приживаемостью является основным критерием качества лесных культур и представляет процент жизнеспособных растений от числа высаженных.

Обследуемые лесные культуры были созданы в 2007 г в Негорельском учебно-опытном лесхозе в типе лесорастительных условий В<sub>2</sub>. Лесные культуры создавались методом ручной посадки после обработки почвы плугом ПКЛ-70. В качестве посадочного материала использовались сеянцы однолетнего и двухлетнего возраста, саженцы и лесные дички (табл.). Густота посадки колебалась от очень редкой

до редкой с шириной междурядий 3 м. Индекс равномерности посадки составляет 2,0 и 3,0 для разных вариантов опыта.

**Таблица – Сохранность лесных культур разных древесных видов**

Порода	Вид и возраст посадочного материала	Схема посадки, м	Густота лесных культур, шт./га	Сохранилось деревьев, шт	Сохранность, %
Сосна обыкновенная	СН <sub>2</sub>	3×1,0	3330	1700	51
Ель европейская	СН <sub>2</sub>	3×1,0	3330	2330	70
Липа мелколистная	СЖ <sub>2+2</sub>	3×1,5	2220	1110	50
Клен остролистный	СЖ <sub>2+2</sub>	3×1,5	2220	440	20
Береза повислая	лесные дички	3×1,0	3330	2200	66
Лиственница европейская	СН <sub>1</sub>	3×1,0	3330	2260	68
Дуб красный	СН <sub>1</sub>	3×1,0	3330	1760	53
Ясень обыкновенный	СН <sub>1</sub>	3×1,0	3330	1660	50

Определение и анализ величины сохранности лесных культур разных видов показывает, что она варьирует в широких пределах. Наиболее высокую сохранность имеют лесные культуры ели европейской, лиственницы европейской березы повислой от 66% до 70%.

Несколько ниже сохранилось деревьев в культурах дуба красного, сосны обыкновенной, ясеня обыкновенного, липы мелколистной – от 50 до 53%. Культуры клена остролистного практически ежегодно подвергались повреждению дикими животными, что привело к значительному отпаду деревьев. Поэтому сохранность культур клена остролистного составила всего 20%.

Анализируя сохранность лесных культур разных древесных видов, следует отметить, что в общем прослеживается зависимость этого показателя от требовательности древесных видов к почвенному плодородию. В связи с этим при создании лесных культур разных видов необходимо в первую очередь учитывать этот показатель и создавать насаждения в соответствующих типах лесорастительных условий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кобранов Н.П. Обследование и исследование лесных культур. Труды по лесному опытному делу, вып. VIII, Л., 1930.
2. Редько, Г.И. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учебное пособие / Г.И. Редько, Н.А. Бабич, И.В. Трещевский – Санкт-Петербург: СПТ гос. лесотехническая академия, 1999.



## УСПЕШНОСТЬ РОСТА И ПРОДУЦИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР РАЗНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ НА ПОСТАГРОГЕННЫХ ЗЕМЛЯХ

С целью изучения особенностей роста и продуцирования различных древесных видов в условиях местопроизрастания В<sub>2</sub> в 2007 году в Негорельском учебно-опытном лесхозе был создан опытный объект. Лесные культуры чистые по составу из семи древесных видов (сосны обыкновенной, ели европейской, лиственницы европейской, березы повислой, ясеня обыкновенного, клена остролистного, липы мелколистной) были созданы методом ручной посадки. Площадь каждой секции составляет 0,3 га. Обработка почвы была произведена плугом ПКЛ–70 с расстоянием между центрами борозд 3 м. Участок ранее находился в сельскохозяйственном пользовании и относится к лесокультурной категории «а».

Для изучения почвенных условий участка были определены гранулометрический состав и агрохимические свойства почвы. Установлено, что лесные культуры произрастают на дерново-подзолистой слабоподзоленной почве, развивающейся на песке связном, сменяемым песком рыхлым, подстилаемом с глубины более 1 м суглинком легким моренным. Во фракционном составе горизонтов преобладают песчаные фракции, величина которых варьирует от 39% до 59%. Содержание крупной пыли невелико, содержание гравия в верхних горизонтах низкое, что в целом характеризует почву как сформировавшуюся на водно-ледниковых почвообразующих породах с относительно невысоким почвенным плодородием. Подстилающий горизонт с содержанием гравия 7% представлен легким моренным суглинком, который служит хорошим водоупором для песчаной почвы.

Определение агрохимических свойств почвы показывает, что обеспеченность обменным калием и подвижным фосфором в целом невелика и колеблется от очень низкой до средней по всему почвенному профилю. Также почва характеризуется средней обеспеченностью гумусом (2,2%). По величине рН почва является слабокислой (рН=5,8–6,2). С увеличением глубины гидролитическая кислотность снижается с 6,7 до 0,8 мг.–экв. на 100 г почвы, а степень насыщенности почвы основаниями возрастает от 54% до 77%.

Анализ успешности роста и продуцирования лесных культур разных древесных видов был нами произведен в возрасте насаждений

17 лет. При определении показателей роста были использованы общепринятые в лесной таксации методики [1].

Результаты исследований приведены в таблице и показывают, что в данных условиях местопроизрастания успешность роста лесных культур разных пород имеет большие различия.

**Таблица – Таксационная характеристика лесных культур разных древесных видов**

Древесный вид	Д ср, см	Н ср, м	Бонитет	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
Сосна обыкновенная	12,0	11,8	Г <sup>a</sup>	0,67	122
Ель европейская	9,2	9,1	I	0,72	104
Липа мелколистная	9,4	5,9	II	0,53	53
Клен остролистный	7,1	5,8	II	0,32	22
Береза повислая	9,4	13,9	Г <sup>a</sup>	0,65	115
Лиственница европейская	13,1	12,5	Г <sup>a</sup>	0,80	164
Дуб красный	8,7	11,2	I	0,57	64
Ясень обыкновенный	10,1	10,6	I	0,62	66

Наиболее высокие показатели роста и продуктивности характерны для лесных культур сосны обыкновенной, березы повислой, лиственницы европейской. Эти древесные виды произрастают по I классу бонитета, средний диаметр составляет от 9,4 до 13,1 см, средняя высота колеблется в пределах от 11,8 до 13,9 м, запас стволовой древесины достигает 115–164 м<sup>3</sup>/га. Более низкие показатели присущи древостоям из ели европейской, дуба красного, ясеня обыкновенного. Насаждения из этих видов произрастают по I классу бонитета, средний диаметр древостоев этих пород находится в пределах от 8,7 до 10,1 см, средняя высота составляет 10,6–11,2 м, запас стволовой древесины равен 64–104 м<sup>3</sup>/га. Наиболее низкие показатели характерны для насаждений липы мелколистной и клена остролистного. Культуры этих пород произрастают по II классу бонитета и имеют более низкие таксационные показатели: средний диаметр составляет соответственно 9,4 и 7,1 см, средняя высота 5,9 и 5,8 м, запас стволовой древесины 53 и 22 м<sup>3</sup>/га.

Таким образом, наиболее продуктивной породой в этих условиях местопроизрастания оказалась лиственница европейская (164 м<sup>3</sup>/га), далее следует сосна обыкновенная (122 м<sup>3</sup>/га) и береза повислая (115 м<sup>3</sup>/га). Полученные результаты полностью соответствуют требовательности древесных пород к плодородию почв, которая связана с интенсивностью поглощения питательных веществ корневыми системами. П.С. Погребняк по требовательности древесных растений к элементам минерального питания выделил три группы пород: тре-

бовательные – мегатрофы (ясень обыкновенный, бук, граб, клен остролистный), среднетребовательные – мезотрофы (акация белая, липа, ель, дуб черешчатый, дуб красный) и малотребовательные – олиготрофы (береза, сосна обыкновенная) [2]. Согласно этой классификации для данных условий местопроизрастания, характеризующихся низким и относительно низким содержанием элементов питания, наиболее перспективными породами являются сосна обыкновенная и береза повислая, что подтверждается результатами наших исследований.

В действующем «Положении о порядке лесовосстановления и лесоразведения» [3] для различных условий местопроизрастания рекомендованы главные породы для искусственного лесовосстановления. В боровых условиях в качестве главных пород могут использоваться сосна обыкновенная и береза повислая. В условиях простых суборей (В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>) ассртимент главных пород расширяется и состоит из сосны обыкновенной, ели европейской, лиственницы, пихты, липы мелколистной. В условиях сложных суборей (С<sub>2</sub>, С<sub>3</sub>, С<sub>4</sub>) к главным породам, перечисленных для простых суборей, добавляются дуб черешчатый, бук, ясень, клен остролистный, вяз, ольха черная. В дубравах (D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub>) в условиях плодородных богатых почв рекомендуется выращивать в качестве главных пород дуб черешчатый, бук, ясень, клен, вяз, ель ввропейскую, лиственницу, пихту, липу мелколистную, ольху черную. Таким образом, с улучшением условий местопроизрастания перечень главных пород расширяется, среди них преобладают виды требовательные к плодородию почв.

В пределах лесорастительных условий разные древесные виды из числа рекомендуемых главных пород имеют различную продуктивность. Анализ исследований на территории Беларуси показывает, что в боровых условиях местопроизрастания преобладающей породой является сосна обыкновенная, которая успешно произрастает в широком диапазоне условий. В условиях простых суборей также перспективны насаждения с участием сосны обыкновенной в пределах 7-8 единиц. В сложных суборях в составе насаждений должна преобладать ель европейская и лиственница европейская. В условиях дубрав спектр главных пород довольно широкий, но при наличии необходимых условий предпочтение следует отдавать дубу черешчатому [4].

В целом следует отметить, что для формирования высокопродуктивных и устойчивых насаждений при искусственном лесовосстановлении следует учитывать результаты лесокультурного районирования и лесорастительные условия каждого участка с обязательным анализом почвенно-грунтовых условий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Атрощенко, О.А. Дипломное и курсовое проектирование по лесоустройству: учеб. пособие для студентов специальности 1-75 01 01 «Лесное хозяйство» /О.А. Атрощенко, В.Е. Ермаков. – Мн: БГТУ, 2004.– 236 с.
2. Погребняк, П.С. Общее лесоводство / П.С. Погребняк.– М.: Колос, 1958. – 440с.
3. Положение о порядке лесовосстановления и лесоразведения. Постановление министерства лесного хоз-ва Респ. Беларусь от 19.12.2016 г. № 80 (в ред. Постановления М-ва лесного хоз. Респ. Беларусь 24.03.2022 № 5). – Минск: М-во лесного хоз-ва. Респ. Беларусь, 2022. – 70 с.
4. Якимов, Н. И. Лесные культуры и защитное лесоразведение: учеб. пособие для студентов специальности «Лесное хозяйство» : В 2 ч. / Н. И. Якимов, В. К. Гвоздев, В. В. Носников. – Минск : БГТУ, 2019. – Ч 2. – 222 с.

УДК 630\*233

Н.И. Якимов, доц., канд. с.-х. наук;  
А.В. Юрения, доц., канд. с.-х. наук;  
Н.К. Крук, доц., канд. биол. наук  
(БГТУ, г. Минск)

### **ДИНАМИКА СОХРАННОСТИ РАЗНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ ПРИ ПОСАДКЕ В УСЛОВИЯХ ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД**

Осадки сточных вод, образующиеся в результате очистки городских сточных вод, являются негативным фактором антропогенного воздействия на окружающую среду. Сточные воды представляют собой жидкость с характерным неприятным запахом, содержащую взвешенные частицы и могут быть загрязнены различными химическими веществами, относящимися по токсичности к веществам различных классов опасности. В Республике Беларусь хранят осадки сточных вод в иловых прудах, что является неблагоприятным влиянием на окружающую среду.

Целью лесной рекультивации территории иловых прудов-накопителей является улучшение санитарно-гигиенического состояния окружающей среды, которое сводится к защите от газообразных примесей и аэрозолей.

При посадке древесных пород в неблагоприятных условиях для их роста может наблюдаться значительный отпад деревьев. Поэтому

целью исследований являлось изучение изменения сохранности высаженных деревьев по годам.

Сохранность деревьев – важный лесокультурный показатель, характеризующий состояние лесных культур в момент формирования древостоя. Сохранность определяется отношением жизнеспособных растений в настоящее время к первоначальной густоте посадки и выражается в процентах.

Сохранность разных древесных пород по годам за 2020-2023 года приведена в таблице 1.

Сохранность оценивалась в августе в зависимости от наличия листьев и жизнеспособных деревьев. На третий год выращивания опытных культур такие виды как клен, боярышник, пузыреплодник, бирючина, кизильник в результате возобновления роста из спящих почек показали более высокую сохранность, чем в предыдущие годы. Такое увеличение сохранности свидетельствует, что древесные растения способны приспосабливаться и возобновлять рост в неблагоприятных условиях среды.

На четвертый год роста опытных посадок наблюдалось снижение сохранности у многих пород. Значительное изменение сохранности по сравнению с 2022 годом наблюдалось у клена остролистного – на 34,4%.

**Таблица 1 – Динамика сохранности древесных видов на территории илового пруда-накопителя**

Древесный вид	Посажено, шт.	Сохранность, %			
		2020	2021	2022	2023
1	2	3	4	5	6
Береза повислая	605	37,7	32,7	20,0	16,5
Клен остролистный	1380	75,4	57,3	59,7	25,3
Липа крупнолистная	160	38,3	35,6	31,9	31,2
Дуб красный	120	11,6	4,2	5,0	5,0
Рябина обыкновенная	60	28,8	16,7	21,7	13,3
Сосна обыкновенная	300	0,3	0,3	0,3	–
Ель европейская	300	1,8	1,0	1,0	–
Боярышник обыкновенный	90	41,3	36,7	56,7	45,6
Пузыреплодник калинолистный	600	34,7	21,5	24,5	18,3
Дерен белый	60	23,3	21,7	25,0	13,3
Сирень обыкновенная	110	30,7	18,2	18,2	19,1
Бирючина обыкновенная	60	5,0	3,3	1,7	5,0
Кизильник блестящий	60	7,3	1,7	6,7	3,3

У дерна белого, боярышника обыкновенного и рябины обыкновенной сохранность снизилась соответственно на 11,7%, 11,1% и

8,4%. Менее значительное число деревьев сохранилось по сравнению с предыдущим годом у липы крупнолистной (на 0,7%), березы повислой (на 3,5%), кизильника блестящего (на 3,4%), пузыреплодника калинолистного (на 6,2%).

Вместе с тем, за счет возобновления роста из спящих почек сохранность некоторых пород увеличилась. У бирючины обыкновенной она увеличилась на 3,3%, у сирени обыкновенной – на 0,9%, у дуба красного – не изменилась.

На третий год после посадки сохранность деревьев, созданных посадочным материалом с закрытой корневой системой, также снизилась (таблица 2).

Причем значительное снижение сохранности древесных растений произошло у хвойных пород. По сравнению с предыдущим годом сохранность у сосны обыкновенной снизилась на 25,9%, а у ели европейской на 52,1%. На этом основании хвойные породы сложно рекомендовать в качестве древесных видов для культивирования в условиях иловых прудов.

На первом году после посадки у некоторых деревьев березы повислой наблюдалось сбрасывание листьев, а на второй год они возобновили рост.

**Таблица 2 – Сохранность опытных посадок, созданных сеянцами с закрытой корневой системой**

Древесный вид	Посажено, шт.	Сохранность, %		
		2021 г.	2022 г.	2023 г.
1	2	3	4	5
Сосна обыкновенная	350	78,1	72,6	46,7
Ель европейская	165	85,5	77,6	25,5
Береза повислая	48	60,4	66,7	22,9
Ольха черная	32	31,3	9,4	6,2

Поэтому сохранность березы на второй год даже немного увеличилась, а на третьем году она уменьшилась на 43,8%. Ольха черная имеет низкую сохранность, которая снизилась на третьем году роста до 6,2%.

Это можно объяснить тем, что корни сеянцев с закрытой корневой системой в первые годы после посадки находятся в торфяном субстрате с добавлением необходимых элементов питания.

Как только корни выходят за пределы этого субстрата, они попадают в сложные условия произрастания с не благоприятной средой для роста растений. Поэтому иногда не происходит адаптация древесных пород к сложным почвенно-грунтовым условиям и их сохранность снижается.

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА РАЗНЫХ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ В ОПЫТНЫХ ПОСАДКАХ НА ИЛОВОМ ПРУДУ УП «МИНСКВОДОКАНАЛ»

Закладка экспериментальных посадок с целью биологической рекультивации древесно-кустарниковой растительностью для улучшения экологии окружающей среды была проведена на иловом пруду-накопителе в апреле 2019 г. Предварительно на поверхность пруда-накопителя был нанесен песок из песколовков слоем около 1 м. Исследование проб минерального остатка песка из песколовков приведено в таблице 1.

**Таблица 1 – Исследования отхода (песка из песколовков)**

Наименование показателя	Ед. измерения	Требование ТУ ВУ 100236027.001-2020	Фактические показатели
Массовая доля сухого вещества	%	не менее 80	81,46
Массовая доля золы (минерального остатка)	%, на сухое вещество	не менее 70	92,02
Водородный показатель солевой вытяжки	pH	5,0-8,5	7,10
Содержание частиц с размерами больше 5 мм	%	не более 5	4,4
Содержание частиц с размерами больше 20 мм	%	не более 2	1,3
Хром	мг/кг сухого вещества	не более 500	28,0
Никель		не более 300	12,9
Свинец		не более 250	7,7
Кадмий		не более 30	0,208
Медь		не более 1000	16,0
Цинк		не более 2500	264,0
Мышьяк	мг/кг сухого вещества	не более 20	14,9
Ртуть		не более 15	0,043
ХПК водной вытяжки	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	не более 700	620,0
БПК водной вытяжки		не более 500	190,0
Удельная эффективная активность радионуклеидов	Бк/кг	До 1500	58,2

Анализ таблицы показывает, что содержание частиц размерами более 5 мм равно 4%, размерами более 20 мм составляет 1,3% и является допустимым по техническим нормативам. Удельная эффективная активность естественных радионуклидов равна 58,2 Бк/кг, что соответствует требованиям технических норм. Водородный показатель (кислотность среды) равен 7,1 pH, содержание сухого остатка 81,46%, содержание золы 92,01%, что соответствует ГОСТ 26483-85, ГОСТ 26713-85, ГОСТ 26714-85.

Биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>), которое дает оценку загрязнения воды равно 190 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> и соответствует требованиям СТБ 17. 13.05-22-2011/ISO 5815-1:2003. Химическое потребление кислорода (ХПК<sub>ст</sub>), которое показывает общий объем органических веществ в стоках, равно 620,0 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, что соответствует требованиям ПНДФ 14.1:2:4.190-03 (изд. 2012 г). Сравнение результатов определения содержания тяжелых металлов в исследуемых пробах с требованиями технических условий ТУ ВУ 790282162.009-2015 «Составы для рекультивации нарушенных земель» свидетельствует о том, что все исследованные пробы отвечают требованиям данных технических условий в части содержания тяжелых металлов. В наибольшем количестве в анализируемых пробах присутствуют цинк, хром, медь, никель. Незначительное количество в исследуемых пробах отмечено содержание свинца, мышьяка, кадмия, ртути.

Таким образом, исследование отхода (песка из песколовков – минеральный осадок), образованного в процессе очистки сточных вод на Минской очистной станции, показало, что из данного отхода получен материал, соответствующий требованиям разработанных технических условий ТУ ВУ 100236027.001-2020. Использование песка из песколовков обеспечивает увеличение твердости осадков сточных вод, размещенных на иловых площадках. По содержанию тяжелых металлов и составу водного экстракта, песок песковых площадок и смеси, полученные путем его внесения на поверхность пруда-накопителя иловой площадки, соответствует требованиям, предъявляемым к материалам для рекультивации. Поэтому песок из песколовков может применяться с целью создания твердой подосновы для биологической рекультивации древесными породами прудов-накопителей иловых площадок.

Для изучения роста и развития древесных растений на территории илового пруда-накопителя и с целью улучшения экологического состояния окружающей местности было выбрано 14 древесных и кустарниковых пород. В качестве исследуемых древесных пород были выбраны древесные виды, применяемые для создания лесных культур, а также для декоративных посадок в зеленом строительстве. Для посадки использовали крупный посадочный материал возрастом 4-5 лет. Посадка производилась под лопату с размещением посадочных мест 3×1 м. Хвойные породы (сосна обыкновенная, ель европейская, лиственница европейская) в течение 5 лет отпали из состава опытных культур в связи с неблагоприятными условиями для их роста. Оставшиеся лиственные древесные виды обладали различной сохранностью и линейным ростом в высоту. В таблице 2 приведена характеристика роста опытных лесных культур по высоте. Лучшими показателями линейного роста в высоту обладает береза повислая. Так, ее средняя высота составила 2 м. Также хороший рост в высоту показал клен ост-



ролистный, средняя высота которого через 5 лет после посадки составила 1,7 м. Средняя высота таких лиственных пород как липа крупнолистная, дуб красный, рябина обыкновенная, сирень обыкновенная, боярышник обыкновенный колебалась в пределах 1,3–1,5 м.

**Таблица 2 – Сравнительная характеристика роста в высоту разных древесных видов в опытных посадках на иловом пруду**

Древесный вид	Возраст посадочного материала, лет	Высота при посадке см	Высота видов через 5 лет после посадки, см	Прирост за 5 лет, см
		$M\pm m$	$M\pm m$	$M\pm m$
Береза повислая	4	160±3,9	200±4,3	40±0,6
Клен остролистный	4	130±3,5	170±4,1	40±0,5
Липа крупнолистная	4	120±3,6	150±4,0	30±0,5
Дуб красный	5	110±3,1	145±3,6	35±0,5
Рябина обыкновенная	5	125±3,4	140±3,8	15±0,4
Сирень обыкновенная	5	120±3,0	140±3,3	20±0,4
Боярышник обыкновен.	5	100±3,2	130±3,7	30±0,5
Пузыреплодник калинол.	4	70±2,1	90±2,3	20±0,4
Кизильник блестящий	4	45±2,0	60±2,1	15±0,3
Дерен белый	4	65±3,0	85±3,4	20±0,4
Бирючина обыкновен.	4	55±2,1	70±2,6	15±0,3

У лиственных кустарников пузыреплодника, кизильника, дерна и бирючины высота составляла 60–90 см. Прирост по высоте за пятилетний период у всех древесных видов был небольшим и варьировал от 15 см до 40 см. Это говорит о том, что условия роста древесных растений в условиях илового пруда не совсем благоприятные. Лучший прирост по высоте был у березы и клена, который составил 40 см. У липы, дуба и боярышника он был в пределах 30–35 см. У остальных древесных видов прирост колебался от 15 см до 20 см. Поэтому для лесной рекультивации иловых прудов можно применять березу повислую, клен остролистный, липу крупнолистную, а из кустарников – пузыреплодник калинолистный. Это подтверждает мнение других исследователей, что правильный выбор древесной породы при искусственном лесоразведении даже в жестких условиях среды позволяет создать насаждения, которые улучшат экологическую обстановку для окружающей местности [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кабанова С. А., Кабанов А. Н., Рахимжанов А. Н., Шахматов П. Ф., Борцов В. А. Изучение сохранности и роста лесных культур на условно лесопригодных почвах в пригородных лесах г. Астаны // Лесное хозяйство и зеленое строительство в Западной Сибири. Материалы VIII Международной научной интернет-конференции. Национальный исследовательский Томский государственный университет. 2016. С. 53–55.

**ПОВРЕЖДЕННОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК  
ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ ЛИЧИНКАМИ ЛИПОВОЙ  
МОЛИ-ПЕСТРЯНКИ В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ  
В УСЛОВИЯХ НЕКОТОРЫХ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ  
ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ**

Липа мелколистная, или сердцелистная (*Tilia cordata* Mill.) – аборигенный вид дендрофлоры Беларуси, широко представленный в зеленых насаждениях, но также присутствующий в смешанных и широколиственных лесах. Основным предназначением особо охраняемых природных территорий (ООПТ) является сохранение природных комплексов в как можно более малонарушенном состоянии, однако в их границах могут располагаться населенные пункты, непременным элементом которых являются садовые и декоративные насаждения. В частности, декоративные посадки липы мелколистной имеются в деревнях и других населенных пунктах в границах таких крупных природных резерватов как Березинский биосферный заповедник и Республиканский ландшафтный заказник «Налибокский».

В условиях декоративных зеленых насаждений повреждение древесных растений фитофагами-вредителями значимо не с точки зрения снижения их прироста и продуктивности, а ухудшения декоративных качеств и, возможно, снижения устойчивости к неблагоприятному воздействию факторов среды, ведущему к ухудшению физиологического состояния и даже выпадению деревьев.

Липовая моль-пестрянка (*Phyllonorycter issikii* (Kumata)) является чужеродным видом, опасным вредителем липы в декоративных зеленых насаждениях. Вид внесен в «Черную книгу инвазивных животных Беларуси» [1]. Личинки *Ph. issikii* развиваются в пятновидных минах, формируемых ими в толще паренхимы листовых пластинок. Сначала они являются сокоедками, на старших возрастах это грызущие фитофаги-эндобионты. Расположение мин преимущественно на нижней стороне листа, характерна их "стянутость" КАК и у других представителей рода *Phyllonorycter* Hübn. Мины белесые, с обратной стороны листовой пластинки происходит локальная хлоротизация, а затем и некротизация. Побуревшие мины зачастую выкрашиваются. В целом, это ведет к снижению декоративности как собственно поврежденных листьев, так и крон в целом. В Беларуси помимо липы мелколистной, липовая моль-пестрянка повреждает широко используемую в зеленом строительстве липу крупнолистную (*Tilia platyphyllos*

Scop.), а также другие интродуцированные виды *Tilia* L. [2]. Уровни повреждаемости липы мелколистной оценивались в декоративных зеленых насаждениях ряда регионов Беларуси, при этом основное внимание уделялось крупным населенным пунктам с развитой структурой зеленых зон и внутриквартальных посадок [3]. Зеленые насаждения в населенных пунктах в границах особо охраняемых природных территорий до настоящего времени такими исследованиями охвачены не были. Целью выполненной работы была оценка поврежденности листовых пластинок липы мелколистной личинками липовой моли-пестрянки в зеленых насаждениях в условиях некоторых особо охраняемых территорий Беларуси.

Отбор выборок, поврежденных данным минером листовых пластинок липы мелколистной (*T. cordata*) был выполнен в сезон вегетации 2023 г. в соответствии с разработанными на кафедре рекомендациями по работе с минирующими филлобионтами [4]. Отбиралось не менее 35 листовых пластинок в полиэтиленовые пакеты с замком zip-lock, гербаризацию осуществляли стандартным способом [5]. Для получения цифровых изображений листовых пластинок использован сканер Canon CanoScan 9000F Mark II (разрешение 300 dpi). Определение площадей поврежденной и общей листовой поверхности выполняли методами компьютерной планиметрии с использованием свободно распространяемого графического редактора ImageJ [6]. Статистический анализ выполнен средствами программного пакета PAST 4.15 [7].

Значения параметров поврежденности листовых пластинок липы мелколистной личинками липовой моли-пестрянки представлены в таблицах 1 и 2. Площадь листовых пластинок лип в Березинском заповеднике в среднем оказалась меньше, чем таковых лип в заказнике «Налибокский», ниже у них и коэффициент вариации. Напротив, суммарная площадь мин личинок моли-пестрянки на отдельных листовых пластинках лип мелколистных в Березинском заповеднике оказалась ниже, чем в заказнике «Налибокский» при более высоком коэффициенте вариации. Площадь отдельных мин во втором случае была выше, а коэффициент вариации примерно в полтора раза больше.

Расчет значений критериев парных различий Манна-Уитни и Колмогорова-Смирнова выявил статистически значимые различия между двумя выборками для плотности мин (количества мин на отдельном листе) ( $p = 0,041$  и  $p = 0,038$ , соответственно), общей площади мин на отдельном листе ( $p = 0,008$  и  $p = 0,049$ , соответственно), а также относительной площади поврежденной листовой поверхности отдельных листьев ( $p = 0,005$  и  $p = 0,003$ , соответственно), но не пло-

щади листовых пластинок ( $p = 0,25$  и  $p = 0,25$ , соответственно) и не площади отдельных мин ( $p = 0,137$  и  $p = 0,489$ , соответственно). Очевидно, наблюдаемые достоверные различия параметров суммарной и относительной площади повреждений определяются именно различиями значений параметра плотности мин личинок липовой моли-пестрянки.

**Таблица 1 – Площадь листовых пластинок липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), отдельных мин личинок липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata)), общей площади повреждений (мин) и относительной площади поврежденной листовой поверхности (Березинский биосферный заповедник, 2023 г.)**

Показатель	Средняя арифметическая	Стандартная ошибка средней	Медиана	Коэффициент вариации, %
Площадь листовой пластинки, мм <sup>2</sup>	4236,40	223,72	4362,03	33,40
Площадь повреждений (мин), мм <sup>2</sup>	93,70	5,47	88,30	36,93
Площадь отдельных мин, мм <sup>2</sup>	85,63	18,09	86,21	21,13
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	2,43	0,19	2,23	49,69

**Таблица 2 – Площадь листовых пластинок липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.), отдельных мин личинок липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata)), общей площади повреждений (мин) и относительной площади поврежденной листовой поверхности (Ландшафтный заказник «Налибокский», 2023 г.)**

Показатель	Средняя арифметическая	Стандартная ошибка средней	Медиана	Коэффициент вариации, %
Площадь листовой пластинки, мм <sup>2</sup>	3879,36	252,95	3710,38	41,24
Площадь повреждений (мин), мм <sup>2</sup>	122,33	9,36	101,18	48,38
Площадь отдельных мин, мм <sup>2</sup>	92,41	4,40	91,41	30,14
Относительная площадь поврежденной листовой поверхности, %	3,58	0,31	3,08	55,13

При этом имела место выраженная отрицательная корреляция между параметрами площади отдельных листовых пластинок и относительной площади поврежденной поверхности отдельных листовых

пластинок, значения коэффициентов корреляции составили: ранговой корреляции Смирмена -59,20 % и конкордации Кэндала -48,84 % для заказника «Налибокский», а также -64,26 % и -44,62 %, соответственно, для Березинского биосферного заповедника при  $p < 0,001$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / А. В. Алехнович [и др.]; под общ. ред. В. П. Семенченко. – Минск: Беларуская навука, 2016 – 105 с.

2. Синчук, О. В. Анализ поврежденности листовых пластинок аборигенных и интродуцированных видов и форм лип (*Tilia L.*) личинками второй генерации липовой моли-пестрянки (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) в условиях Беларуси / О. В. Синчук, С. В. Буга // Защита растений: сборник научных трудов. – 2016. – Вып. 40. – С. 269–277.

3. Синчук, О. В. Оценка поврежденности листовых пластинок липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill., 1768) липовой молью-пестрянкой (*Phyllonorycter issikii* (Kumata, 1963)) в условиях зеленых насаждений различных регионов Беларуси / О. В. Синчук, Т. С. Пинчук // Труды БГУ. – 2016. – Т. 11, ч. 2. – С. 336–343.

4. Количественная оценка поврежденности инвазивными минирующими насекомыми листовых пластинок декоративных древесных растений: учеб. материалы / О. В. Синчук [и др.]. – Минск: БГУ, 2016. – 30 с.

5. Гельтман, Д. В. [ред.]. Гербарное дело: справочное руководство. – Кью: Королевский ботанический сад, 1995. – 341 с.

6. Сауткин, Ф. В. Использование программных средств анализа цифровых изображений для определения размерных характеристик биологических объектов: учеб.-метод. пособие. – Минск: БГУ, 2013. – 28 с.

7. PAST 4 manual [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.nhm.uio.no/english/research/resources/past/downloads/past4manual.pdf> – Date of access: 21.01.2024.]

*Работа выполнена в рамках НИР «Инвазивные фитопатогенные грибы, грибоподобные организмы и беспозвоночные животные на культивируемых и близкородственных дикорастущих растениях: статус в сообществах, распространение, диагностика» (№ Госрегистрации 20211704) ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда»*

В.А. Ярмолевич, доц., канд. биол. наук;  
К. В. Зенюк, асп. (БГТУ, г. Минск);  
О.Ю. Баранов, д-р биол. наук, академик-секретарь  
(НАН Беларуси, г. Минск);  
С.В. Пантелеев, зав. лабораторией; И.А. Хархасова, асп.;  
Л.О. Иващенко, асп.  
(Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель)

## **ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ СЕЯНЦЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ БЕЛАРУСИ**

Микориза, как мутуалистический симбиоз грибов и растений, широко распространена в природе. К примеру, основные в Беларуси лесообразующие виды, сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и ель европейская (*Picea abies* (L.) Karst.), являются облигатными микотрофами. В настоящее время известно, что корни этих деревьев способны заселять около несколько сотен видов микоризных грибов. Грибы-микоризообразователи играют важную положительную роль в жизнедеятельности растений-хозяев, помогая добывать воду и минеральные элементы питания, повышая устойчивость к стрессовым факторам окружающей среды и инфекционным болезням [1, 2].

С развитием методов молекулярно-генетической идентификации живых организмов появились новые возможности в изучении видового состава микобиомов на растениях. В Республике Беларусь ДНК-анализ грибных сообществ, ассоциированных с растениями, чаще применялся для идентификации патогенных грибов, преимущественно в лесных питомниках, особенно в случаях, когда по симптомам было сложно установить вид болезнетворного организма [3].

Вместе с тем в республике структура микоризных микобиомов на лесных древесных видах, по нашему мнению, в настоящее время изучена недостаточно подробно. Исследования в этой области позволят улучшить понимание процессов формирования и функционирования симбиоза растений и грибов, а в практическом аспекте – выявить высокоэффективные виды и штаммы грибов для разработки и внедрения современных технологий микоризации посадочного материала.

В рамках данной исследовательской работы сбор полевого материала в виде сеянцев сосны обыкновенной и ели европейской производился в 15 лесных питомниках, расположенных во всех 3-х геоботанических подзонах, выделенных на территории Республики Беларусь. Растения возрастом 1–2 года отбирались в различных отделениях питомника, извлекались из почвы с максимальным сохранением

корневых окончаний, этикетировались, помещались в одноразовые полиэтиленовые пакеты и доставлялись в лабораторию, где хранились при температуре  $-70^{\circ}\text{C}$  до момента выделения ДНК. Предварительная лабораторная подготовка заключалась в отделении корневых окончаний длиной 1–5 мм, промывке их в дистиллированной воде, поверхностном обеззараживании в 70% этаноле 2–3 сек, затем еще одной промывке водой. Общее количество корневых окончаний, взятых для анализа – 168 шт. (117 шт. сосны и 51 ели). Выделение ДНК и идентификация видового состава микоризообразующей микрофлоры растений проведены методами метагеномного анализа (фрагментный анализ и секвенирование) [4], полученная генетическая информация верифицировалась в банке данных NCBI.

Как показали проведенные нами исследования, микоризные микобиомы корней сосны и ели характеризовались достаточно большим разнообразием. Количественные характеристики выявленных таксонов приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Количество таксонов микоризных грибов, идентифицированных на корневых системах *Pinus sylvestris* L. и *Picea abies* (L.) Karst. в лесных питомниках методами ДНК-анализа**

Показатели	Древесный вид			
	<i>P. sylvestris</i>		<i>P. abies</i>	
	ед.	%	ед.	%
Выявлено микоризных видов, всего:	41	63,1	25	62,5
в том числе из отделов:				
– Аскомицота;	23	56,1	16	64,0
– Базидиомицота;	18	43,9	9	36,0
по типам микоризы:				
– эктомикоризные виды;	36	87,8	20	80,0
– эндомикоризные виды	5	12,2	5	20,0

Всего в лесных питомниках на корневых системах сосны обыкновенной было идентифицировано 65 таксонов грибных организмов, из них микоризных – 41 единица (63,1%). На корнях ели идентифицировано 40 видов различной трофической специализации, в их числе микоризных 25 (62,5%).

Большее половины микоризообразователей относятся к сумчатым грибам (56,1% на сосне и 64,0% – на ели), остальные принадлежат базидиальным. Около 80–90% обнаруженных видов грибов образует эктотрофный тип микоризы (основная часть мицелия находится снаружи корня).

Перечень наиболее распространенных видов микоризообразующих грибов, выявленных нами на корневых системах сенцев сосны и ели, представлен в таблице 2.

**Таблица 2 – Грибы-микоризообразователи, имеющие наибольшую встречаемость на сосне и ели в лесных питомниках, %**

Таксон (А – аскомикота; Б – базидиомикота)	<i>P. sylvestris</i>		<i>P. abies</i>	
	встречаемость	средняя доля уча- стия в ми- кобиоме	встречаемость	средняя доля уча- стия в ми- кобиоме
<i>Wilcoxina mikolae</i> (А)	83,0	29,54	90,0	44,60
<i>Peziza</i> sp.1 uncultured OQ694037.1 (А)	42,6	29,50	25,0	9,19
<i>Phialocephala fortinii</i> (А)	36,2	6,25	35,0	23,18
<i>Hyaloscyphaceae</i> my- corrhizal fungus (un- cultured) (А)	36,2	2,26	30,0	9,37
<i>Helotiaceae</i> sp. (un- cultured ectomycor- rhizal fungus) (А)	27,7	37,26	40,0	46,21
<i>Thelephora terrestris</i> (Б)	27,7	1,90	15,0	1,17
<i>Suillus luteus</i> (Б)	23,4	23,69		
<i>Tylospora</i> sp. (uncultured) (Б)	19,1	3,19	25,0	11,06
<i>Helotiaceae</i> sp. (А)	17,0	9,52	–	–
<i>Plyonectria</i> sp. (А)	14,9	4,65	–	–
JF519383.1 Uncul- tured <i>Agaricomycetes</i> RELIS G2 (Б)	–	–	20,0	3,53
<i>Peziza</i> sp.4 uncultured OQ694036.1 (А)	–	–	15,0	12,90
<i>Peziza</i> sp.2 uncultured OQ694035.1 (А)	–	–	10,0	90,61

Среди самых распространенных микоризных видов 70% принадлежат отделу Аскомикота. Наибольшую встречаемость на сосне обыкновенной (на 83,0% растений) имеет аскомицет *Wilcoxina mikolae*, относящийся к петициевым грибам, он формирует плодовые тела апотеции. Несмотря на имеющиеся в научной литературе сведения, что гриб является широко распространенным видом на представителях рода сосна и многих твердолиственных деревьях [6, 7], его биологические особенности и роль в жизни растений изучены слабо. Кроме того, плодовые тела этого гриба на посадочном материале в лесных питомниках в течение всего времени сбора образцов нами выявлены не были. То же касается некультивируемых видов из таксонов *Peziza*, *Hyaloscyphaceae*, *Helotiaceae*, а также выявленного вида из ро-



да *Ilyonectria*, которые зарегистрированы в базе данных NCBI, но к настоящему времени еще не имеют полного таксономического описания. Из хорошо известных видов корни сосны часто заселяют базидиомицеты *Thelephora terrestris* (телефора земляная) и *Suillus luteus* (масленок обыкновенный). На ели европейской среди распространенных – примерно те же виды, что и на сосне обыкновенной. Исключение составляет гриб *S. luteus*, который имеет достаточно узкую специализацию и формирует микоризу только с представителями рода *Pinus* [8].

Среди распространенных также следует отметить гриб *Phialocephala fortinii*, обнаруженный нами в питомниках более чем на  $\frac{1}{3}$  растений как сосны, так и ели. Он относится к отделу Аскомикота и образует на корнях древесных видов эндомикоризу. Считается, что гриб имеет широкий спектр растений-хозяев и достаточно легко культивируется на искусственных питательных средах [9]. Однако в целом этот вид изучен достаточно слабо и, как эндомикоризный гриб, по нашему мнению, мало перспективен для применения в технологиях искусственной микоризации.

Число микоризных грибов, обнаруживаемых на одном растении, увеличивается с повышением возраста (таблица 3).

**Таблица 3 – Количество микоризных видов на 1 корневой системе сеянцев различного возраста (сосна обыкновенная и ель европейская), ед.**

Количество видов	Возраст растений	
	1 год	2 года
Эндомикоризные грибы		
Максимальное	3	2
Минимальное	0	0
Среднее	0,4±0,1	0,6±0,1
Критерий Стьюдента t	0,92	
Эктомикоризные грибы		
Максимальное	8	9
Минимальное	1	1
Среднее	3,3±0,4	4,7±0,3
Критерий Стьюдента t	3,03	

На одном и том же растении выявлялись до 3 эндо– и до 9 эктомикоризных видов. Сравнивая полученные значения количества видов грибов на сеянцах первого и второго года жизни, следует отметить, что достоверно различалось только количество эктомикоризных видов (полученное значение  $t = 3,03$  оказалось выше табличного  $t_{0,05} = 2,00$ ).

Таким образом, в лесных питомниках Беларуси на корнях сосны обыкновенной нами было выявлено 41 видов микоризообразующих

грибов, на ели европейской – 25, около 60% из которых относятся к отделу Аскомикота. Более 80% идентифицированных видов считаются эктормикоризными. Корни каждого растения в питомнике в первый год колонизируют в среднем около 3-х эктормикоризных видов, на второй год их количество возрастает и становится около 5-ти. Среди выявленных нами доминирующих видов большинство оказались слабо изученными, либо вообще не имеющими полного таксономического описания, что требует проведения достаточно подробных исследований в этом направлении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Mycorrhizae: Sustainable Agriculture and Forestry / Edited by Z. A. Siddiqui, M. S. Akhtar, K. Futai. – Springer, 2008. – 359 p.

2. Смит С. Э., Рид Д. Дж. Микоризный симбиоз. – Пер. 3-го англ. издания Е.Ю. Ворониной. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 776 с.

3. Баранов О. Ю. [и др.] Молекулярно-генетическая диагностика болезней в лесных питомниках / Лесное и охотничье хозяйство. – 2012. – №6. – с. 21–29.

4. Падутов В. Е., Баранов О. Ю., Воропаев Е. В. Методы молекулярно-генетического анализа. – Минск: Юнипол, 2007. – 176 с.

6. *Wilcoxina mikolae* (Chin S. Yang & H.E. Wilcox) Chin S. Yang & Korf. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gbif.org/species/5258583> (Дата обращения: 24.01.2024).

7. Rudawska M., Leski T. Ectomycorrhizal Fungal Assemblages of Nursery-Grown Scots Pine Are Influenced by Age of the Seedlings / Forests. – 2021. – 12, 134. – 16 p.

8. Воронина Е. Ю. Микоризы в наземных экосистемах: экологические, физиологические и молекулярно-генетические аспекты микоризных симбиозов / Микология сегодня. Ю. Т. Дьяков, Ю. В. Сергеев (ред.). Том 1. М.: Национальная академия микологии, 2007. – С. 142–234.

9. Камельчук Я. С. [и др.] Морфолого-культуральные и молекулярно-генетические особенности коллекционных штаммов микоризных грибов *Phialocephala fortinii* и *Pezizula* sp. Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2020. Т. 64, № 5. С. 567–573.

*Работа выполнена при поддержке БРФФИ, грант №Б22-002.*

Научное издание

## **ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО**

**Материалы докладов 88-й научно-технической  
конференции профессорско-преподавательского  
состава, научных сотрудников и аспирантов  
(с международным участием)**

**Электронный ресурс**

В авторской редакции

Компьютерная верстка:  
*П.В. Севрук, С.В. Бушева, Е.О. Черник*

Усл. печ. л. 26,52. Уч.-изд. л. 25,69.  
Издатель и полиграфическое исполнение:  
УО «Белорусский государственный технологический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/227 от 20.03.2014  
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.